



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT
INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – CAMPUS FLORIANO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A MATEMÁTICA DAS NOTAS MUSICAIS: MÚSICA COMO
FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE RAZÕES E
PROPORÇÕES NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

ANTÔNIO RIBEIRO SILVA NETO

Orientador: Prof. Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto
Coorientador: Prof. Dr. Egnilson Miranda de Moura

FLORIANO
2026

ANTÔNIO RIBEIRO SILVA NETO

**A MATEMÁTICA DAS NOTAS MUSICAIS: MÚSICA COMO
FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE RAZÕES E
PROPORÇÕES NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí/ *Campus* Floriano, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto

Coorientador(a): Prof. Dr. Egnilson Miranda de Moura

**FLORIANO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva Neto, Antônio Ribeiro

S586m A matemática das notas musicais : música como ferramenta didática para o ensino de razões e proporções no 9º ano do Ensino Fundamental / Antônio Ribeiro Silva Neto. - 2026.
133 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano, 2026.

Orientador : Prof Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto.

Coorientador : Prof Dr. Egnilson Miranda de Moura.

1. Educação Matemática. 2. Razão e Proporção. 3. Música. 4. sequências didáticas. I. Título.

CDD - 510

Elaborado por Aurilene Araujo da Costa CRB 3/1272

TERMO DE APROVAÇÃO

ANTÔNIO RIBEIRO SILVA NETO

A MATEMÁTICA DAS NOTAS MUSICAIS: MÚSICA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE RAZÕES E PROPORÇÕES NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí/ *Campus* Floriano, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Prof. Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto
Orientador – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

Prof. Dr. Egnilson Miranda de Moura
Coorientador - Colégio Técnico de Bom Jesus/UFPI

Prof. Dr. Rui Marques Carvalho
Examinador Interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Rubens Matheus dos Santos Marques
Examinador externo - Faculdade Intercultural da Amazônia – FIAMA

Floriano, 26 de agosto de 2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança para superar os desafios encontrados ao longo desta caminhada. Sua presença foi fundamental em todos os momentos, sustentando-me diante das dificuldades e permitindo que eu chegasse até aqui.

À minha esposa, Diana Lima, pelo amor, companheirismo, compreensão e apoio incondicional durante todo este percurso. Agradeço por permanecer ao meu lado nos momentos de cansaço, pelas palavras de incentivo e por compreender as ausências e as renúncias necessárias para a realização deste trabalho.

Ao meu filho, Josué Luís, fonte de amor, inspiração e motivação, cuja presença torna minha caminhada mais significativa e me impulsiona a buscar, a cada dia, ser uma pessoa, um pai e um profissional melhor.

Aos meus enteados, Gabriele, José e Joaquim, que seguraram as pontas em casa durante os períodos em que eu, embora estivesse fisicamente presente, encontrava-me dedicado às leituras, às atividades e às demais responsabilidades do mestrado. Agradeço pela compreensão, pela colaboração e por contribuírem para que eu pudesse conciliar os compromissos acadêmicos, profissionais e familiares.

Aos meus pais, Carmem Célia e Antônio Luís, por todos os ensinamentos, pelo exemplo de vida e por sempre acreditarem em mim. Sou profundamente grato pelos esforços realizados em favor da minha educação e pelos valores que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Aos colegas da turma, pela convivência, pelo companheirismo e pela troca de conhecimentos e experiências ao longo do curso. As dificuldades compartilhadas, as conversas, os incentivos e os momentos de aprendizagem tornaram esta trajetória mais leve e significativa.

De maneira especial, agradeço ao meu colega Niltomar, que dividiu comigo as viagens durante todo o mestrado. Foram muitas idas e vindas, somando aproximadamente dez horas de estrada a cada fim de semana. Sua companhia, as conversas e o apoio durante esses longos deslocamentos tornaram o percurso menos cansativo e contribuíram para que enfrentássemos juntos os desafios dessa caminhada.

Aos professores de todas as disciplinas do curso, pelos conhecimentos compartilhados, pelas orientações e pelas contribuições proporcionadas ao longo da formação. Cada componente curricular teve importância para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao meu orientador, Benjamim Cardoso da Silva Neto, pela orientação, pela disponibilidade, pela confiança e, especialmente, pela paciência e compreensão nos momentos em que as dificuldades da rotina interferiram no cumprimento dos prazos estabelecidos. Suas observações e contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa e para a conclusão de mais esta importante etapa da minha formação acadêmica. A cada pessoa que ofereceu apoio, incentivo, ajuda ou uma palavra de confiança, registro minha sincera gratidão.

“A música é um exercício oculto de aritmética de uma alma inconsciente que lida com números.”

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)

RESUMO

Esta pesquisa investiga as contribuições da articulação entre Música e Matemática para o ensino de razões e proporções no 9º ano do Ensino Fundamental. O estudo surgiu da observação de dificuldades recorrentes apresentadas pelos estudantes na compreensão de números racionais, razões e proporcionalidade, conteúdos fundamentais para a aprendizagem matemática. Diante desse contexto, a pesquisa foi orientada pela seguinte questão: de que maneira a articulação entre Música e Matemática pode contribuir para o ensino de razões e proporções em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental? O objetivo geral consistiu em investigar de que maneira essa articulação pode contribuir para o ensino dos referidos conceitos no contexto investigado. Especificamente, buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, analisar as estratégias e as produções desenvolvidas durante as atividades e examinar as evidências de aprendizagem e as percepções dos participantes após a intervenção. Fundamentada nas contribuições de Abdounur (2003), D'Ambrósio (2001), Fazenda (2002), Vigotski (1998) e Vergnaud (1996), a investigação constituiu-se como um estudo de caso de natureza qualitativa e caráter descritivo, desenvolvido com uma turma composta por 12 estudantes de uma escola pública do município de Barras, no estado do Piauí. Como intervenção, elaborou-se e aplicou-se uma sequência didática interdisciplinar que integrou conceitos matemáticos e musicais por meio da utilização do violão, do teclado e de um tubofone construído com tubos de PVC. A proposta explorou relações entre frequência sonora, comprimento de cordas vibrantes, formação de acordes e proporcionalidade direta e inversa, permitindo que os estudantes investigassem conceitos matemáticos em situações observáveis. A produção dos dados ocorreu por meio de pré-teste, questionários de fixação, produções escritas, registros das atividades, pós-teste e questionário de percepção. Os resultados indicaram avanços na compreensão dos conceitos de razão e proporção, com melhora no desempenho em situações que envolviam proporcionalidade direta e inversa, além de evidências de interesse e engajamento durante as atividades. Os dados também sugeriram que a utilização da música favoreceu a contextualização dos conteúdos matemáticos e possibilitou a articulação entre conhecimentos escolares, fenômenos físicos e experiências culturais dos participantes. Como Produto Educacional, foi elaborado um guia didático contendo oficinas e atividades voltadas à exploração de razões e proporções por meio de elementos musicais, destinado a professores da Educação Básica.

Palavras-chave: Educação Matemática; Música; Razão e Proporção; Interdisciplinaridade; Sequência Didática.

ABSTRACT

This research investigates the contributions of integrating Music and Mathematics to the teaching of ratios and proportions in the ninth grade of Elementary School. The study arose from the observation of recurring difficulties experienced by students in understanding rational numbers, ratios, and proportionality, which are fundamental concepts in mathematics learning. In view of this context, the research was guided by the following question: how can the integration of Music and Mathematics contribute to the teaching of ratios and proportions in a ninth-grade Elementary School class? The general objective was to investigate how this integration could contribute to the teaching of these concepts in the context under investigation. Specifically, the study sought to identify the students' prior knowledge, analyze the strategies and written work developed during the activities, and examine evidence of learning and the participants' perceptions after the intervention. Grounded in the contributions of Abdounur (2003), D'Ambrósio (2001), Fazenda (2002), Vygotsky (1998), and Vergnaud (1996), the investigation was designed as a qualitative, descriptive case study conducted with a class of 12 students from a public school in the municipality of Barras, in the state of Piauí, Brazil. As an intervention, an interdisciplinary didactic sequence was designed and implemented, integrating mathematical and musical concepts through the use of a guitar, a keyboard, and a tubophone built from PVC pipes. The proposal explored relationships among sound frequency, the length of vibrating strings, chord formation, and direct and inverse proportionality, allowing students to investigate mathematical concepts in observable situations. Data were produced through a pre-test, practice questionnaires, written work, activity records, a post-test, and a perception questionnaire. The results indicated advances in the understanding of ratios and proportions, with improved performance in situations involving direct and inverse proportionality, as well as evidence of interest and engagement during the activities. The data also suggested that the use of music contributed to the contextualization of mathematical content and enabled connections among school knowledge, physical phenomena, and the participants' cultural experiences. As an Educational Product, a teaching guide was developed containing workshops and activities aimed at exploring ratios and proportions through musical elements, intended for Basic Education teachers.

Keywords: Mathematics Education; Music; Ratio and Proportion; Interdisciplinarity; Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico do GeoGebra com Dó (4x) e Mi (5x)	24
Figura 2 - Sobreposições das funções associadas às proporções 4:5:6	24
Figura 3 - Gráfico do GeoGebra com Dó Sustenido (4,2x), Mi (5x) e Sol (6x)	25
Figura 4 - Fluxograma de seleção das dissertações.....	29
Figura 5 - Registro fotográfico da aplicação do pré-teste.....	41
Figura 6 - Interface de aplicativo mostrando a nota Lá e sua respectiva frequência em Hz.....	42
Figura 7 - Alunos identificando os sons das notas e suas respectivas frequências.....	42
Figura 8 - Alunos verificando comprimento de uma corda do violão.....	43
Figura 9 - Teclas utilizadas para execução do acorde dó maior (Dó, Mi e Sol).....	45
Figura 10 - Teclas utilizadas para execução do acorde Dó com Diminuto.....	46
Figura 11 - Alunos verificando a semelhança existente entre as consonâncias de Dó maior e Sol maior.....	47
Figura 12 - Imagens dos alunos montando o Tubofone e verificando o comprimento de seus tubos.....	48
Figura 13 - Apresentação das paródias produzidas pelos estudantes.....	50
Figura 14 - Noções sobre os conhecimentos prévios dos alunos.....	57
Figura 15 - Imagem da resolução do problema 1 feito pelo aluno 1.....	62
Figura 16 - Imagem da resolução do problema 2 feito pelo aluno 2.....	63
Figura 17 - Imagem da resolução do problema 3 feito pela aluna 3.....	64
Figura 18 - Imagem da resolução do problema 3 feito pelo aluno 4.....	66
Figura 19 - Imagem da resolução do problema 2.2 feito pelo aluno 5.....	69
Figura 20 - Desempenho por questão no pós-teste de consolidação.....	75
Figura 21 - Gráfico sobre o nível de interesse no estudo de razões e proporções com música.	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação de cada nota e sua respectiva frequência.....	23
Quadro 2 – Identificação e caracterização das dissertações.....	30
Quadro 3 – Síntese dos resultados apontados nas dissertações.....	31
Quadro 4 – Matriz de Avaliação Metodológica, Tipologia de Evidências e Domínios do MTSK	33
Quadro 5 – Síntese das etapas da aplicação da proposta de ensino com o uso da música.....	40
Quadro 6 – Rúbrica de análise das questões discursivas do pré-teste.....	52
Quadro 7 – Rúbrica de correção dos questionários de fixação	53
Quadro 8 – Rúbrica de análise das paródias.....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 O USO DE MÚSICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA ...	16
2.2 A INTERDICPLINARIDADE NO ENSINO DA MATEMÁTICA	19
2.3 A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO: DO SOM AO NÚMERO	22
2.4 CONCEITOS MUSICAIS BÁSICOS	25
2.5 FUNDAMENTOS DE RAZÕES E PROPORÇÕES	27
2.6 PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE MÚSICA E MATEMÁTICA NO PROFMAT (2020–2025)	28
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 SOBRE O TIPO DE PESQUISA E OS SUJEITOS	36
3.2 ETAPAS E FASES DA APLICAÇÃO	39
3.3 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DOS DADOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE	51
4 RESULTADOS, DESCRIÇÕES E ANÁLISE.....	55
4.1 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO PROPORCIONAL	55
4.1.1 Dimensão Procedimental e Verificação das dificuldades.....	56
4.1.2 Oficina 1 - Etapa da Proporcionalidade Inversa (Violão)	60
4.1.3 Oficina 2 - Etapa da Proporcionalidade Direta (Acordes/Teclado).....	66
4.1.4 Oficina 3 - Etapa do Tubofone	71
4.1.5 Oficina 4 - Etapa da Paródia.....	73
4.1.6 Consolidação do Conhecimento: Avaliação e Pós-Teste	75
4.2 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DISCENTE SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MÚSICA E MATEMÁTICA	78
5 PRODUTO EDUCACIONAL	83
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE	92
APÊNDICE B – PÓS – TESTE	94
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DISCENTE.....	95
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE FIXAÇÃO DA OFICINA 1: PROPORCIONALIDADE INVERSA NO VIOLÃO	96

APÊNDICE E – INSTRUMENTO DE FIXAÇÃO APLICADO NA OFICINA 2: FORMAÇÃO DE ACORDES E PROPORCIONALIDADE DIRETA.	98
APÊNDICE F – LETRAS DAS PARÓDIAS ELABORADAS PELOS ALUNOS	100
APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	102
APÊNDICE H – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA E REGISTRO DE IMAGENS	104

1 INTRODUÇÃO

A matemática presente nas notas musicais representa a base desta pesquisa, que utilizou a música como ferramenta didática para o ensino de razões e proporções no 9º ano do Ensino Fundamental. A motivação para o estudo surgiu da análise do cotidiano escolar, que revelou dificuldades persistentes de estudantes recém-ingressos no Ensino Médio quanto à compreensão dos números racionais, das razões e da proporcionalidade. Essa constatação evidenciou a necessidade de aperfeiçoar as metodologias adotadas nos anos anteriores, de modo que esses conceitos se tornassem mais significativos para os estudantes.

Considerando que a música constitui um elemento cultural amplamente presente no cotidiano dos jovens, esta pesquisa buscou responder à seguinte questão: de que maneira a articulação entre Música e Matemática pode contribuir para o ensino de razões e proporções em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental? Para responder a essa problemática, elaborou-se e aplicou-se uma sequência didática interdisciplinar, posteriormente sistematizada em um guia didático que constituiu o Produto Educacional da investigação. A proposta foi concebida para explorar as relações existentes entre fenômenos sonoros e conceitos matemáticos associados às razões e à proporcionalidade.

Dessa forma, definiu-se como objetivo geral investigar de que maneira a articulação entre Música e Matemática pode contribuir para o ensino de razões e proporções em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental. Como objetivos específicos, buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos números racionais, das razões, das proporções e das possíveis relações entre Música e Matemática; analisar as estratégias e os conhecimentos mobilizados pelos estudantes durante as atividades; examinar evidências de aprendizagem produzidas ao longo da intervenção, considerando os diferentes instrumentos de produção de dados; e analisar as percepções dos participantes acerca da utilização da música como contexto para a aprendizagem matemática.

Para alcançar esses objetivos, a sequência didática foi organizada em atividades que envolveram a exploração de acordes musicais formados por razões específicas, como a Quinta Justa e a Terça Maior, com a utilização de instrumentos musicais para a observação das relações matemáticas envolvidas. A intervenção também contemplou a construção e a análise de um tubofone de PVC, possibilitando aos estudantes confrontar medidas físicas e frequências sonoras com os conceitos estudados. Os conhecimentos desenvolvidos durante as atividades foram ainda sistematizados por meio da elaboração de paródias musicais. As evidências de aprendizagem foram examinadas a partir do pré-teste, dos questionários de fixação, das

produções escritas, dos registros das atividades, das paródias, do pós-teste e do questionário de percepção.

A fundamentação teórica que sustenta a utilização da música nesta pesquisa baseia-se em autores que exploram a natureza matemática do som e suas possibilidades em contextos educacionais. Para a compreensão da estrutura física e histórica que relaciona número e harmonia, foram utilizados os estudos de Abdounur (2003), que discutem a tradição pitagórica e a utilização de razões na compreensão matemática dos intervalos musicais. Sob a perspectiva pedagógica e cultural, a investigação apoiou-se em Campos (2024) e Snyders (1992), autores que discutem o potencial da música como elemento capaz de ampliar as experiências educativas e promover diferentes formas de aproximação com o conhecimento escolar. De forma complementar, as definições relacionadas à formação de acordes, à melodia e à harmonia foram fundamentadas em Bennett (1998) e Schoenberg (1999), assegurando consistência conceitual tanto no campo da Música quanto no da Matemática.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de ampliar as possibilidades metodológicas para o ensino de Matemática, especialmente em conteúdos relacionados às razões e proporções. Pesquisas recentes desenvolvidas no âmbito do PROFMAT têm evidenciado diferentes possibilidades de articulação entre Música e Matemática. Sousa (2021), ao utilizar o monocórdio para explorar conceitos de proporção com estudantes do Ensino Médio, identificou aumento do interesse e do envolvimento dos participantes nas atividades. Coutinho (2021) apresentou uma proposta interdisciplinar baseada na leitura de partituras para contextualizar o ensino dos números racionais no 6º ano do Ensino Fundamental. Oliveira (2023), por sua vez, articulou o uso do monocórdio e do GeoGebra à abordagem de razões, proporções, logaritmos, progressões e trigonometria, destacando as possibilidades de visualização e aprofundamento conceitual proporcionadas por essa integração. Pereira (2025) também explorou ritmo musical e frações em turmas do 6º e do 9º ano, relatando participação dos estudantes, desenvolvimento da intuição matemática e aprendizagem contextualizada.

O mapeamento realizado por Ribeiro Silva Neto et al. (2026b), que analisou onze dissertações do PROFMAT publicadas entre 2020 e 2025, demonstrou que essas pesquisas contemplam conteúdos como números racionais, razões e proporções, progressões geométricas, funções exponenciais, logaritmos, trigonometria e séries de Fourier. O estudo também identificou a predominância de propostas direcionadas ao Ensino Médio e a existência de espaços ainda pouco explorados no que se refere ao ensino de razões e proporções nos anos finais do Ensino Fundamental. Essa lacuna diferencia e justifica a presente investigação, desenvolvida com estudantes do 9º ano. Em consonância com D'Ambrósio (2001) e Libâneo

(2013), parte-se do entendimento de que práticas pedagógicas contextualizadas e participativas podem favorecer a aproximação dos estudantes com os conhecimentos escolares. Nesse sentido, a pesquisa explorou relações entre frequências sonoras, notas musicais e acordes como contextos para a abordagem de razões e proporções, possibilitando a análise de conteúdos abstratos a partir de situações observáveis.

A investigação caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa e caráter descritivo, fundamentado nas contribuições de Lüdke e André (1986), Yin (2001) e Gil (2008). Essa abordagem mostrou-se adequada por possibilitar a compreensão das estratégias, produções, interações e evidências de aprendizagem manifestadas por um grupo específico de estudantes em seu contexto escolar. A discussão detalhada desses pressupostos é apresentada no capítulo destinado aos procedimentos metodológicos.

A intervenção foi organizada por meio de uma sequência didática fundamentada na concepção apresentada por Zabala (1998 apud Costa; Gonçalves, 2022, p. 366), segundo a qual as atividades de ensino devem ser ordenadas, estruturadas e articuladas em função de objetivos educacionais previamente definidos. Com base nessa concepção, a sequência foi estruturada de maneira progressiva, iniciando-se pelo diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes, seguido da apresentação dos fundamentos históricos e conceituais, da experimentação com instrumentos musicais, da resolução de situações matemáticas, da sistematização dos conhecimentos e da avaliação final. Essa organização possibilitou articular as diferentes atividades desenvolvidas durante a intervenção, atribuindo a cada etapa uma função específica no processo de construção dos conhecimentos sobre razões e proporções. Posteriormente, a sequência didática foi sistematizada em um guia destinado a professores da Educação Básica, que constituiu o Produto Educacional desta dissertação, em atendimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O USO DE MÚSICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A inserção da música no ensino de Matemática tem sido objeto de interesse de pesquisadores e educadores que buscam estratégias capazes de aproximar conceitos matemáticos de experiências presentes no cotidiano dos estudantes. Além de constituir uma manifestação cultural amplamente difundida, a música apresenta elementos estruturais que podem ser descritos por relações numéricas, proporções e padrões, estabelecendo pontos de aproximação entre os campos musical e matemático. Nesse contexto, sua utilização no ambiente escolar ultrapassa o caráter meramente recreativo, podendo contribuir para a diversificação de práticas pedagógicas e para a construção de experiências de aprendizagem mais contextualizadas. Conforme estabelece a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o desenvolvimento das competências gerais da Educação Básica envolve a mobilização de diferentes linguagens, incluindo a sonora e a matemática, favorecendo a expressão, a comunicação e a construção de significados em diferentes contextos. A BNCC (BRASIL, 2018, p. 9) explicita que é essencial:

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Abdounur (2003) destaca que diversos elementos da linguagem musical podem ser compreendidos por meio de relações numéricas e proporcionais. Em sua análise, padrões rítmicos, sequências de notas e proporções harmônicas apresentam aproximações com conceitos matemáticos, possibilitando a exploração de conteúdos como razões, proporções e frações em contextos vinculados à experiência sonora. Nessa perspectiva, a música constitui um campo de investigação que evidencia relações entre fenômenos artísticos e estruturas matemáticas.

A relação histórica entre Música e Matemática remonta à tradição pitagórica. Relatos associados a essa tradição atribuem a Pitágoras de Samos (c. 570 a.C. – c. 495 a.C.) e a seus seguidores investigações sobre as relações entre os comprimentos de cordas vibrantes e os intervalos musicais. Conforme apresentado por Abdounur (2003), essa tradição estabeleceu correspondências entre razões numéricas simples e determinados intervalos musicais, como as proporções 2:1, 3:2 e 4:3, associadas, respectivamente, à oitava, à quinta justa e à quarta justa. Desse modo, embora não se possa afirmar como fato histórico incontestável que Pitágoras tenha realizado pessoalmente os experimentos posteriormente descritos com o monocórdio, a tradição

pitagórica desempenhou papel importante na construção de uma compreensão matemática da organização dos sons. Essas relações forneceram bases conceituais para o desenvolvimento posterior dos estudos que aproximam Música e Matemática e para suas aplicações em investigações educacionais contemporâneas.

As discussões apresentadas até aqui encontram respaldo em investigações que buscaram explorar, em contextos educacionais concretos, as possibilidades de articulação entre Música e Matemática. Nesse sentido, estudos desenvolvidos na Educação Básica têm relatado experiências que utilizam elementos musicais como recurso para a abordagem de conteúdos matemáticos, permitindo observar diferentes formas de contextualização e participação dos estudantes nas atividades propostas. De forma semelhante, Campos (2024, p. 15), ao descrever atividades que articulam Música e Matemática, relata:

As relações entre música e matemática podem ser importantes veículos de ressignificação da prática pedagógica e da forma de apresentação dos conteúdos envolvidos neste trabalho, além de indicarem um caminho alternativo para a compreensão das estruturas da música através da matemática.

Essa perspectiva aproxima-se dos princípios das metodologias ativas, que valorizam a participação dos estudantes em processos de investigação e construção do conhecimento. Para Moran (2015, p. 1):

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa.

Nessa perspectiva, a utilização do violão, do teclado e de outros instrumentos musicais nesta pesquisa buscou constituir um contexto de exploração de conceitos matemáticos por meio de experiências sonoras. Tais recursos foram empregados como materiais de apoio para a investigação de relações entre frequência, razão e proporção, permitindo que os estudantes analisassem situações e formulassem estratégias para a resolução das atividades propostas.

Além dos aspectos relacionados à investigação e à experimentação, a utilização da música pode favorecer a aproximação entre conhecimentos escolares e experiências culturais presentes no cotidiano dos estudantes. Conforme aponta D'Ambrósio (2001), dificuldades de aprendizagem e rejeições à Matemática podem estar associadas a processos de ensino pouco contextualizados. De forma complementar, Libâneo (2013) destaca a importância de práticas pedagógicas que favoreçam a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento, em contraposição a modelos centrados exclusivamente na transmissão de conteúdo. Nessa direção, a incorporação de elementos musicais amplia as possibilidades de contextualização dos conteúdos matemáticos e diversifica as formas de representação utilizadas em sala de aula. Em

consonância com essa perspectiva, Campos (2024) relata que atividades que articulam Música e Matemática contribuíram para a assimilação de conceitos das duas áreas e favoreceram o interesse, a atenção e a participação dos estudantes durante o desenvolvimento das propostas pedagógicas.

Do ponto de vista conceitual, a aproximação entre as duas áreas pode ser observada nas relações entre frequência sonora, altura musical, comprimento de cordas vibrantes e formação de intervalos e acordes. A altura de um som está associada à sua frequência, enquanto os intervalos musicais podem ser representados por razões entre as frequências de duas notas. Em uma afinação baseada em razões simples, quando uma nota apresenta o dobro da frequência de outra, estabelece-se entre elas a razão 2:1, correspondente ao intervalo de oitava. De maneira semelhante, as razões 3:2 e 4:3 representam, respectivamente, a quinta justa e a quarta justa. Na formação de uma tríade maior, as relações entre a nota fundamental, a terça maior e a quinta justa podem ser representadas pelas razões 5:4 e 3:2. Desse modo, conceitos musicais como altura, intervalo, consonância e acorde podem ser relacionados a conceitos matemáticos como razão, proporção, fração, equivalência e comparação entre grandezas, preservando-se as especificidades de cada campo do conhecimento (ABDOUNUR, 2003; BENNETT, 1998; SCHOENBERG, 1999).

As relações entre o comprimento de uma corda vibrante e a frequência do som produzido também possibilitam a exploração da proporcionalidade inversa. Mantidas constantes as demais condições físicas, como tensão, espessura e material da corda, a redução de seu comprimento provoca o aumento da frequência sonora. Assim, quando o comprimento vibrante é reduzido à metade, a frequência é aproximadamente duplicada, produzindo uma nota situada uma oitava acima. Essa relação permite que os estudantes observem uma situação na qual duas grandezas variam em sentidos opostos e analisem matematicamente a razão existente entre seus valores. Já as relações entre frequências utilizadas na formação de intervalos e acordes possibilitam explorar razões equivalentes e constantes de proporcionalidade. A Música, portanto, não é utilizada apenas para ilustrar um conteúdo previamente apresentado, mas como campo de investigação no qual as relações matemáticas podem ser observadas, medidas, representadas e discutidas.

No contexto educacional, Campos (2024) apresenta experiências que exploram a aproximação entre Música e Matemática em atividades de ensino, enquanto D'Ambrósio (2001) destaca a importância de relacionar os conhecimentos matemáticos a práticas e contextos culturalmente significativos. Essa perspectiva também se aproxima das contribuições de Vergnaud (1996), para quem a compreensão conceitual se desenvolve por meio do contato com

diferentes situações, representações e formas de mobilização do conhecimento. Nesse sentido, a investigação de fenômenos sonoros pode favorecer a passagem entre diferentes registros, como a percepção auditiva, a medição de comprimentos e frequências, a organização de dados, o cálculo de razões e a interpretação das relações encontradas. Essa articulação possibilita que razões e proporções sejam estudadas não apenas como procedimentos operatórios, mas como instrumentos para compreender relações entre grandezas presentes em uma situação concreta.

Entretanto, essa aproximação apresenta limites que precisam ser reconhecidos. Nem todos os fenômenos musicais podem ser reduzidos a razões numéricas simples, e os resultados observados em instrumentos reais podem sofrer influência do material, da tensão, da espessura, do formato e de outras condições físicas. Além disso, as razões simples utilizadas para representar intervalos correspondem a modelos específicos de afinação e podem apresentar diferenças em relação ao sistema de temperamento igual empregado em muitos instrumentos contemporâneos. Dessa forma, as relações matemáticas utilizadas na pesquisa devem ser compreendidas como modelos que permitem interpretar determinados aspectos dos fenômenos sonoros, e não como descrições absolutas de toda experiência musical. Reconhecer essas limitações preserva o rigor conceitual e evita uma compreensão simplificada tanto da Música quanto da Matemática.

A síntese dessa discussão evidencia que a articulação entre Música e Matemática pode ultrapassar a função motivacional quando os fenômenos musicais são tratados como objetos de investigação. No caso desta pesquisa, o foco recai sobre as razões e proporções presentes nas relações entre comprimentos, frequências, intervalos e acordes. A exploração dessas relações oferece aos estudantes situações observáveis nas quais é possível formular hipóteses, realizar medições, comparar grandezas, efetuar cálculos e interpretar resultados. Assim, a música constitui um contexto cultural e conceitual para o ensino de Matemática, sem substituir a sistematização e o rigor próprios da disciplina.

2.2 A INTERDICIPLINARIDADE NO ENSINO DA MATEMÁTICA

A fragmentação do conhecimento em disciplinas isoladas é uma característica marcante da organização escolar moderna. Em contraposição a essa lógica, a interdisciplinaridade busca promover o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, possibilitando uma compreensão mais ampla dos fenômenos estudados. Para Fazenda (2002), a interdisciplinaridade não se reduz a uma metodologia específica, mas constitui uma atitude diante do conhecimento, fundamentada na abertura ao diálogo, na cooperação e na busca por relações entre diferentes campos do saber. Nessa perspectiva, objetos complexos de estudo não podem ser

compreendidos adequadamente por meio de uma única área, exigindo abordagens que articulem diferentes formas de conhecimento.

De modo semelhante, Japiassu (2022) defende que a interdisciplinaridade representa uma alternativa à excessiva especialização dos saberes, favorecendo a construção de conexões entre áreas tradicionalmente separadas. Para o autor, a produção do conhecimento torna-se mais significativa quando diferentes perspectivas são mobilizadas para a compreensão de um mesmo fenômeno. No caso da relação entre Música e Matemática, essa integração pode ser observada na análise de elementos como frequência sonora, intervalos musicais, escalas e harmonia, que envolvem simultaneamente aspectos artísticos, físicos e matemáticos.

A articulação entre Música e Matemática permite que conceitos matemáticos sejam explorados em situações associadas a experiências sonoras observáveis. Conforme discutido por Abdounur (2003), diversos elementos da linguagem musical podem ser descritos por relações numéricas e proporcionais, evidenciando aproximações entre estruturas matemáticas e fenômenos acústicos. Nessa perspectiva, a interdisciplinaridade não implica a fusão das disciplinas, mas a construção de conexões que ampliam as possibilidades de interpretação e compreensão dos conteúdos estudados.

Essa perspectiva aproxima-se das contribuições de Vigotski (1998), para quem a aprendizagem ocorre por meio da interação entre o sujeito, os instrumentos culturais e o contexto social. Segundo o autor, a mediação desempenha papel fundamental na construção do conhecimento, permitindo que o estudante avance de formas mais concretas de compreensão para níveis mais elaborados de abstração. No contexto desta pesquisa, instrumentos musicais como o violão e o teclado podem ser compreendidos como recursos mediadores que favorecem a exploração de conceitos relacionados a razões e proporções por meio da observação e da experimentação sonora.

A noção vigotskiana de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) também contribui para compreender a potencialidade dessas experiências. A ZDP corresponde à distância entre aquilo que o estudante consegue realizar autonomamente e aquilo que pode realizar com auxílio de instrumentos, orientações ou interações sociais. Sob essa ótica, a utilização de recursos musicais pode ampliar as possibilidades de investigação matemática, oferecendo diferentes formas de representação para conceitos que, frequentemente, são apresentados apenas em linguagem simbólica.

Complementarmente, Snyders (1992) destaca que as experiências educacionais devem possibilitar o acesso dos estudantes a formas culturalmente significativas de conhecimento. Para o autor, a educação musical pode contribuir para a aproximação entre os alunos e conteúdo

que, em um primeiro momento, parecem distantes de sua realidade. Nessa direção, a presença da música no ambiente escolar não se restringe a um recurso motivacional, mas pode constituir uma oportunidade de ampliação das experiências culturais associadas à aprendizagem.

A integração entre diferentes áreas do conhecimento também encontra respaldo nas reflexões de Machado (2011), que propõe compreender o conhecimento como uma rede de significados. Para o autor, a aprendizagem ocorre por meio do estabelecimento de relações entre conceitos, experiências e contextos diversos, e não pela simples acumulação linear de conteúdos. Assim, ao relacionar a percepção sonora produzida por instrumentos musicais com conceitos matemáticos como razão e proporção, o estudante tem a oportunidade de construir conexões entre diferentes formas de representação de um mesmo objeto de conhecimento.

Desse modo, a interdisciplinaridade pode ser compreendida como um princípio que favorece a articulação entre saberes distintos sem descaracterizar suas especificidades. No contexto da relação entre Música e Matemática, essa articulação possibilita a exploração de fenômenos sonoros como contextos para a investigação de conceitos matemáticos, ampliando as possibilidades de contextualização e de construção de significados. Tais aspectos tornam-se particularmente relevantes para o estudo de razões e proporções, tema que será aprofundado nas seções seguintes.

Nesta pesquisa, a interdisciplinaridade não se caracteriza pela simples presença da música na aula de Matemática, mas pela investigação de objetos comuns cuja compreensão exige a mobilização de conhecimentos das duas áreas. O conhecimento musical envolve a identificação de notas, alturas, intervalos e acordes, enquanto o conhecimento matemático compreende a medição de comprimentos e frequências, o cálculo de razões e a análise de relações de proporcionalidade direta e inversa. A integração ocorre quando esses conhecimentos são mobilizados conjuntamente para compreender como determinadas relações numéricas se manifestam na produção e na organização dos sons.

Essa integração efetiva-se, por exemplo, quando os estudantes relacionam o comprimento da parte vibrante de uma corda do violão à frequência do som produzido, analisam no teclado as razões entre as frequências das notas que formam intervalos e acordes ou investigam, por meio do tubofone, a relação entre o comprimento dos tubos e as alturas sonoras obtidas. Nessas situações, os conhecimentos musicais não são utilizados apenas como ilustração ou recurso motivacional, pois o fenômeno sonoro constitui o objeto comum de investigação. Para compreendê-lo, torna-se necessário articular a percepção e a organização musical dos sons com a representação matemática das razões e proporções envolvidas.

2.3 A MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO: DO SOM AO NÚMERO

Uma vez estabelecida a fundamentação pedagógica que sustenta a articulação entre música, interdisciplinaridade e aprendizagem matemática, torna-se necessário compreender como fenômenos sonoros podem ser representados matematicamente. Essa passagem do som para o número constitui um dos aspectos centrais da relação entre Música e Matemática, uma vez que elementos musicais, como a altura das notas, os intervalos e os acordes, relacionam-se a grandezas físicas, como a frequência sonora, e podem ser analisados matematicamente por meio de razões e proporções.

Ao investigar a natureza física do som, observa-se que aquilo que é percebido auditivamente pode ser representado por grandezas mensuráveis. Segundo Young e Freedman (2008), a altura de uma nota musical está diretamente relacionada à sua frequência, permitindo que fenômenos sonoros sejam descritos matematicamente. Nessa perspectiva, a música apresenta-se como um contexto favorável para a exploração de conceitos numéricos e proporcionais, possibilitando a articulação entre experiências auditivas e representações matemáticas.

A relação entre Música e Matemática possui registros históricos que remontam à Antiguidade. Conforme relata Abdounur (2003), os estudos desenvolvidos por Pitágoras e seus seguidores estabeleceram uma das primeiras aproximações sistemáticas entre os dois campos. Utilizando um monocórdio — instrumento formado por uma única corda tensionada — Pitágoras observou que determinados intervalos musicais podiam ser obtidos por meio de divisões proporcionais da corda. A partir dessas observações, verificou-se que relações numéricas simples estavam associadas aos intervalos considerados consonantes. Conforme destaca Abdounur (2003, p. 6):

A partir do experimento mencionado, Pitágoras estabeleceu relações entre a matemática e a música associando, respectivamente, aos intervalos musicais referentes às consonâncias perfeitas - oitava, quinta e quarta -, as relações simples $1/2$, $2/3$ e $3/4$. Estas correspondem às frações de uma corda que fornecem as notas mais agudas dos intervalos referidos, quando se produz a nota mais grave pela corda inteira. (ABDOUNUR, 2003, p. 6).

Essas observações evidenciaram que a organização dos sons poderia ser descrita por relações matemáticas. A divisão da corda na razão 2:1 produz o intervalo de oitava; a razão 3:2 produz a quinta justa; e a razão 4:3 produz a quarta justa. Tais resultados contribuíram para consolidar a compreensão de que proporções numéricas estão presentes na estrutura musical.

A compreensão moderna dessas relações envolve o conceito de frequência sonora. Young e Freedman (2008) reforçam que Frequência é o número de ciclos de um movimento periódico por unidade de tempo, onde a unidade de medida no SI é o Hertz (Hz). Assim, a

frequência corresponde ao número de vibrações realizadas por uma onda sonora em um segundo. Quanto maior a frequência, mais agudo será o som percebido; quanto menor a frequência, mais grave será a nota produzida.

Nesse contexto, a nota Lá (A), utilizada como referência na afinação musical contemporânea, possui frequência igual a 440 Hz. Isso significa que a onda sonora correspondente realiza 440 ciclos completos por segundo. Embora os instrumentos musicais contemporâneos utilizem predominantemente o sistema de afinação temperada, no qual as frequências apresentam valores específicos, nesta pesquisa também foram considerados valores simplificados para algumas notas musicais. Essas aproximações preservam, de forma satisfatória, as relações proporcionais exploradas nas atividades e foram adotadas com finalidade didática, visando facilitar os cálculos realizados pelos estudantes sem comprometer a compreensão dos conceitos de razão e proporcionalidade. As frequências do sistema temperado e os respectivos valores simplificados adotados nesta pesquisa são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Relação de cada nota e sua respectiva frequência.

Nota	Frequência no sistema temperado (Hz)	Frequência simplificada (Hz)
Dó	261,63 Hz	264,00 Hz
Dó Sustenido / Ré Bemol	277,18 Hz	281,60 Hz
Ré	293,66 Hz	297,00 Hz
Ré Sustenido / Mi Bemol	311,13 Hz	316,80 Hz
Mi	329,63 Hz	330,00 Hz
Fá	349,23 Hz	352,00 Hz
Fá Sustenido / Sol Bemol	369,99 Hz	369,60 Hz
Sol	392,00 Hz	396,00 Hz
Sol Sustenido / Lá Bemol	415,30 Hz	422,40 Hz
Lá	440,00 Hz (referência)	440,00 Hz
Lá Sustenido / Si Bemol	466,16 Hz	475,20 Hz
Si	493,88 Hz	495,00 Hz
Dó	523,25 Hz	528,00 Hz

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a)

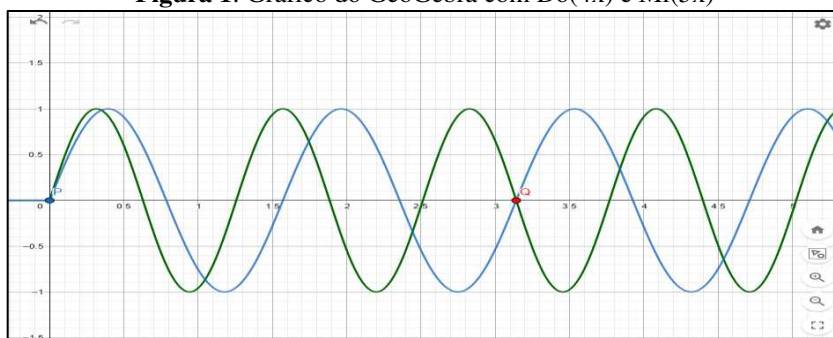
A apresentação das notas e suas frequências visa evidenciar a lógica matemática que sustenta a formação dos intervalos e acordes musicais. No caso do acorde de Dó Maior, por exemplo, a combinação das notas Dó, Mi e Sol evidencia relações proporcionais que, quando representadas pelos valores simplificados adotados neste estudo (264 Hz, 330 Hz e 396 Hz), aproximam-se das razões 5:4 e 3:2. Essas relações preservam a estrutura matemática dos intervalos explorados na sequência didática, favorecendo a compreensão dos conceitos de razão e proporcionalidade.

Além da análise das frequências, as relações entre os sons podem ser representadas graficamente por meio de funções periódicas. Como o som é um fenômeno ondulatório, funções trigonométricas, especialmente a função seno, podem ser utilizadas para modelar

matematicamente o comportamento das ondas sonoras. Essa representação possibilita visualizar padrões associados às frequências e às suas combinações.

Para favorecer a análise dessas relações, foram construídos gráficos utilizando o software GeoGebra. Em vez de utilizar as frequências reais em Hertz, empregaram-se frequências proporcionais reduzidas, preservando as razões matemáticas presentes nos intervalos musicais. No acorde de Dó Maior, por exemplo, foram utilizadas as proporções 4:5:6, correspondentes a uma aproximação didática das relações observadas entre as notas Dó, Mi e Sol.

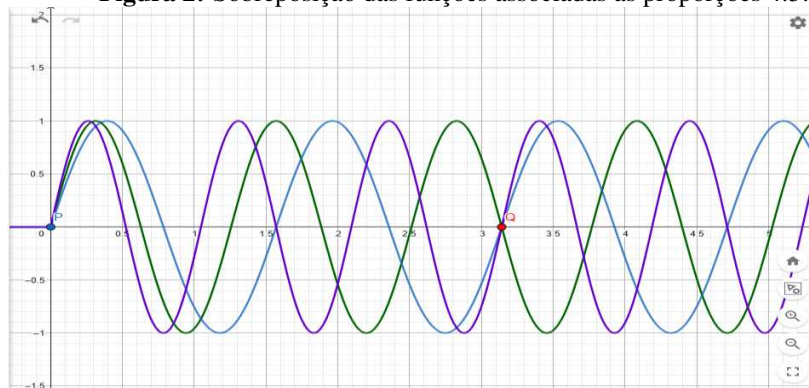
Figura 1: Gráfico do GeoGebra com Dó(4x) e Mi(5x)



Fonte: Produzido pelo autor (2025).

Na Figura 1 observa-se a representação das funções associadas às proporções 4 e 5, correspondentes ao intervalo de terça maior. As duas funções apresentam comportamento periódico e pontos de encontro recorrentes ao longo do domínio analisado. Essa regularidade está relacionada à simplicidade da razão matemática entre as frequências (5:4), permitindo visualizar padrões que podem ser explorados por meio dos conceitos de razão, proporção e periodicidade.

Figura 2: Sobreposição das funções associadas às proporções 4:5:6



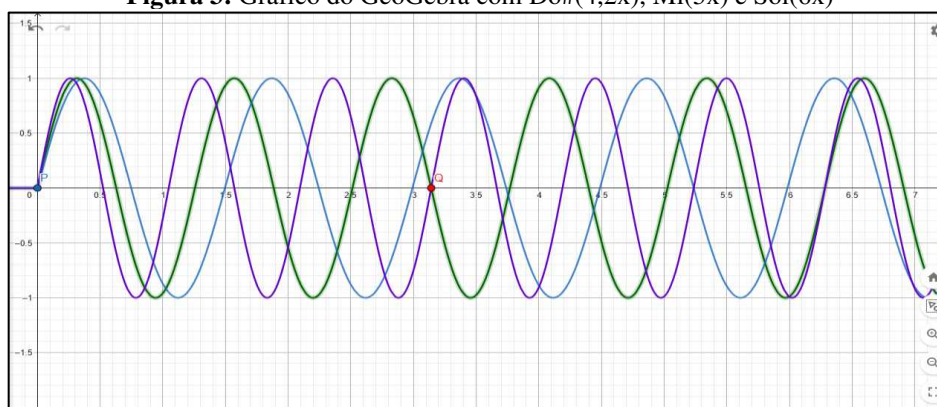
Fonte: Produzido pelo autor (2025).

A Figura 2 apresenta a representação simultânea das três funções associadas às frequências proporcionais 4:5:6. A visualização conjunta das ondas permite observar a periodicidade de cada função e identificar pontos em que elas se aproximam ou se interceptam.

ao longo do gráfico. Essas regularidades decorrem das relações proporcionais entre as frequências utilizadas e evidenciam padrões matemáticos que podem ser investigados pelos estudantes.

Por outro lado, alterações nessas proporções modificam os padrões observados. Ao substituir uma das frequências por um valor que não preserva a mesma relação proporcional, a regularidade visual torna-se menos evidente.

Figura 3: Gráfico do GeoGebra com Dó#(4,2x), Mi(5x) e Sol(6x)



Fonte: Produzido pelo autor (2025)

Na Figura 3 observa-se que a substituição da frequência proporcional 4 pela frequência 4,2 altera os padrões de repetição observados anteriormente. Como as relações entre as frequências deixam de ser expressas por razões simples, os pontos de aproximação entre as ondas tornam-se menos frequentes. Essa comparação possibilita discutir matematicamente como diferentes razões influenciam os padrões observados nas representações gráficas das funções periódicas.

A análise das frequências sonoras, dos intervalos musicais e de suas representações matemáticas evidencia que diversos elementos da linguagem musical podem ser descritos por meio de relações numéricas. Dessa forma, a música constitui um contexto que possibilita a exploração de conceitos como razão, proporção e funções periódicas a partir de fenômenos observáveis. Essa passagem do som para o número fundamenta a proposta didática desenvolvida nesta pesquisa e oferece subsídios para a abordagem dos conteúdos matemáticos explorados na sequência didática apresentada nos capítulos posteriores.

2.4 CONCEITOS MUSICAIS BÁSICOS

Para compreender a utilização da música como contexto para o ensino de Matemática, torna-se necessário apresentar alguns conceitos fundamentais da teoria musical. Embora muitas pessoas tenham contato cotidiano com a música, os elementos que estruturam sua organização nem sempre são conhecidos de forma sistemática. Nesse sentido, a compreensão

de conceitos como som, nota musical, melodia e harmonia contribui para o entendimento das relações estabelecidas entre Música e Matemática ao longo desta pesquisa.

O elemento fundamental da linguagem musical é o som. Do ponto de vista físico, o som é produzido por vibrações que se propagam através de um meio material e podem ser percebidas pelo sistema auditivo humano. Essas vibrações apresentam características mensuráveis, como frequência, duração e intensidade, que permitem sua descrição tanto pela Física quanto pela Matemática. Conforme afirma Bennett (1998, p. 7): “a altura de uma nota depende da frequência, ou número, de vibrações por segundo. Quanto mais alta a frequência, mais aguda será a nota”.

A organização dos sons na música ocorre por meio das notas musicais. Para registrar essas notas, utiliza-se um sistema de escrita específico denominado notação musical. Segundo Bennett (1998, p. 7), as notas “são escritas sobre uma grade de cinco linhas e quatro espaços chamada pauta”. Esse sistema permite representar graficamente diferentes alturas sonoras e registrar melodias, ritmos e harmonias.

Entre os elementos fundamentais da música destaca-se a melodia, compreendida como uma sucessão organizada de notas musicais ao longo do tempo. A melodia constitui uma das formas mais imediatas de percepção musical, sendo frequentemente identificada como a parte cantável ou mais facilmente reconhecida de uma composição. Sua construção depende da combinação de diferentes alturas sonoras organizadas em uma sequência que produz unidade e sentido musical.

Outro elemento essencial é a harmonia, que se refere à combinação simultânea de sons. Enquanto a melodia representa a dimensão horizontal da música, a harmonia corresponde à sua dimensão vertical. Sobre esse conceito, Bennett (1998, p. 32) afirma que “um acorde consiste em duas ou mais notas soando juntas”. Dessa forma, a harmonia está diretamente relacionada à formação dos acordes e às relações estabelecidas entre as notas que os compõem.

A compreensão da harmonia exige o estudo das possibilidades de combinação entre os sons. Nesse sentido, Schoenberg (1999, p. 45) afirma que a teoria da harmonia deve “investigar a natureza dos sons e as suas possibilidades de combinação”. Tal perspectiva evidencia que a organização harmônica não ocorre de maneira aleatória, mas segue princípios estruturais que permitem a construção de relações sonoras reconhecidas culturalmente na música ocidental.

Essas combinações sonoras são organizadas a partir das notas da escala musical. Na música ocidental, utiliza-se predominantemente o sistema temperado de doze notas, conhecido como escala cromática. Conforme descreve Bennett (1998), essa escala é formada

por intervalos sucessivos de semitons, constituindo a base para a formação das escalas, dos acordes e das demais estruturas musicais empregadas na prática contemporânea.

A partir dessas notas são construídos os acordes, elementos centrais para o desenvolvimento desta pesquisa. Segundo Bennett (1998), as tríades constituem a forma mais básica de acorde na música tonal e são formadas pela combinação de uma nota fundamental, uma terça e uma quinta. Essa organização estabelece relações específicas entre as notas que compõem o acorde e possibilita a análise de padrões que podem ser explorados em atividades voltadas ao ensino de Matemática.

Dessa forma, conceitos como som, nota musical, melodia, harmonia, escala e acorde constituem elementos fundamentais para a compreensão da linguagem musical. No contexto desta pesquisa, esses conceitos assumem especial relevância por fornecerem a base necessária para a análise das relações entre frequências sonoras, intervalos musicais e razões numéricas, aspectos que sustentam a proposta didática desenvolvida para o ensino de razões e proporções.

2.5 FUNDAMENTOS DE RAZÕES E PROPORÇÕES

O estudo das razões e proporções constitui um dos temas fundamentais da Matemática, estando presente na descrição e modelagem de diversos fenômenos naturais e sociais. Conforme definem Imenes e Lellis (2010), a razão corresponde ao quociente entre duas grandezas comparáveis, permitindo estabelecer relações quantitativas entre elas. Quando duas razões apresentam o mesmo valor, estabelece-se uma proporção, expressando uma igualdade entre relações numéricas.

A noção de proporcionalidade está associada à existência de uma relação constante entre grandezas. Nesse contexto, a constante de proporcionalidade representa o valor que permanece invariável mesmo quando as grandezas envolvidas sofrem alterações. Esse conceito constitui a base para a compreensão de diferentes tipos de relações matemáticas, particularmente as grandezas diretamente proporcionais e as grandezas inversamente proporcionais.

Segundo Lima et al. (2006), duas grandezas são diretamente proporcionais quando variam na mesma razão. Nesses casos, o aumento ou a diminuição de uma grandeza implica uma variação proporcional da outra, podendo a relação ser representada por uma função da forma $y = kx$, em que k representa a constante de proporcionalidade. Graficamente, essa relação é representada por uma reta que passa pela origem do sistema cartesiano.

Por outro lado, duas grandezas são inversamente proporcionais quando o produto entre seus valores permanece constante. Conforme destaca Dante (2011), essa relação pode ser

expressa pela igualdade $x \cdot y = k$, sendo representada graficamente por uma hipérbole. Nessa situação, o aumento de uma das grandezas corresponde à diminuição proporcional da outra.

No contexto desta pesquisa, as grandezas inversamente proporcionais assumem papel relevante na compreensão das relações entre comprimento de cordas vibrantes e frequência sonora. Conforme discutido por Abdounur (2003), os estudos desenvolvidos por Pitágoras evidenciaram que a redução do comprimento vibrante de uma corda produz um aumento correspondente na frequência do som gerado. Dessa forma, comprimento e frequência podem ser analisados como grandezas relacionadas por proporcionalidade inversa.

Essa relação pode ser observada nos intervalos musicais obtidos por meio do monocórdio. Quando o comprimento da corda é reduzido à metade, por exemplo, a frequência produzida é duplicada, originando o intervalo de oitava. De modo semelhante, outras divisões proporcionais da corda resultam em frequências associadas a intervalos específicos, evidenciando a presença de razões numéricas na organização dos sons.

Segundo Eves (2011), os estudos pitagóricos sobre as relações entre comprimentos de cordas e intervalos musicais constituem um dos registros históricos mais antigos da utilização de razões para descrever fenômenos observáveis. Nesse sentido, a análise das relações entre frequência sonora e comprimento vibrante fornece um contexto significativo para a exploração dos conceitos de razão e proporção, permitindo estabelecer conexões entre conhecimentos matemáticos e fenômenos musicais discutidos ao longo desta pesquisa.

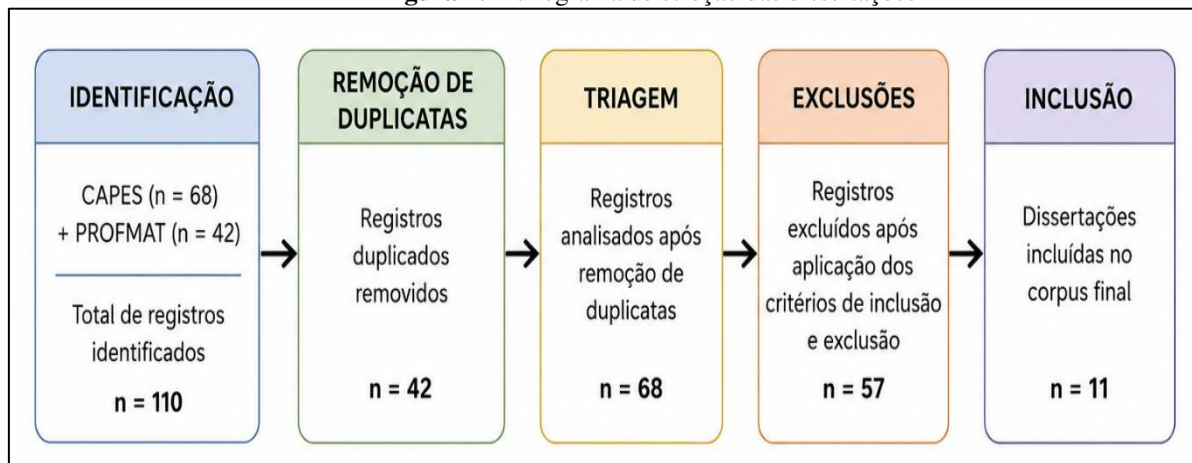
2.6 PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE MÚSICA E MATEMÁTICA NO PROFMAT (2020–2025)

A relação entre Música e Matemática tem despertado crescente interesse no campo da Educação Matemática, especialmente no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Nos últimos anos, diversas dissertações têm investigado possibilidades de articulação entre essas áreas, explorando desde aspectos históricos e culturais até aplicações relacionadas ao ensino de conteúdos matemáticos específicos.

Com o objetivo de compreender como essa interface vem sendo abordada nas produções acadêmicas recentes, Ribeiro et al. (2026) realizaram um mapeamento sistemático das dissertações do PROFMAT produzidas entre os anos de 2020 e 2025. O estudo buscou identificar os conteúdos matemáticos explorados, as abordagens metodológicas empregadas e as principais contribuições apresentadas pelas pesquisas que relacionam Música e Matemática.

O processo de identificação, seleção e inclusão das dissertações analisadas é apresentado na Figura 4:

Figura 4: Fluxograma de seleção das dissertações



Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026b).

O panorama retomado nesta seção tem origem no estudo anterior de Ribeiro et al. (2026), intitulado “Música no ensino de Matemática: um mapeamento de dissertações do PROFMAT de 2020 a 2025”. As buscas foram realizadas em janeiro de 2026 no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e no repositório institucional do PROFMAT. Na base da CAPES, empregou-se o cruzamento entre os descritores “música” AND “matemática”, com aplicação do filtro “Mestrado Profissional”, obtendo-se 68 registros iniciais. No repositório do PROFMAT, utilizou-se o descritor “música” em campo amplo de busca, considerando que a própria base já se restringe à área da Matemática, o que resultou em 42 registros iniciais. Posteriormente, os resultados das duas bases foram confrontados para a identificação e a remoção dos trabalhos duplicados.

A delimitação temporal entre 2020 e 2025 buscou contemplar produções recentes, alinhadas às transformações curriculares contemporâneas e ao contexto posterior à implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Como critérios de inclusão, foram consideradas dissertações publicadas nesse período, que investigaram a interface entre Música e Matemática por meio de intervenções pedagógicas, propostas didáticas, estudos teóricos ou análises curriculares e que estavam disponíveis integralmente em formato PDF. Foram excluídas as dissertações publicadas fora do período estabelecido, as pesquisas que não associavam Música e Matemática e os trabalhos cujo arquivo completo não estava disponível em PDF. Após a aplicação desses critérios, foram selecionadas onze dissertações, posteriormente caracterizadas quanto ao ano de publicação, à instituição de origem, ao nível de ensino contemplado e ao conteúdo matemático abordado.

Quadro 2: Identificação e caracterização das dissertações

Título da dissertação	Autor (Ano) - IES	Conteúdos matemáticos	Elementos teórico-metodológicos	Nível de ensino	BNCC (CG + códigos predominantes*)
A música e o canto como instrumentos facilitadores no ensino do princípio multiplicativo da contagem	Adenes Neto (2025) - UENF	Princípio Multiplicativo da Contagem	Pesquisa qualitativa participante com sequência didática envolvendo paródias musicais	8º ano do Ensino Fundamental	CG1, CG2, CG3; EF08MA03, EF09MA22
Exponencial e logaritmo: aplicação utilizando notas musicais	Marques (2020) - UFMS	Funções Exponenciais e Logaritmos	Sequência didática com atividades práticas baseadas em propriedades acústicas	1º ano do Ensino Médio	CG1, CG2, CG3; EM13MAT401
As potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de matemática na educação básica	Sousa (2021) - IFPI	Proporção no manuseio do monocórdio	Pesquisa quali-quantitativa com oficinas musicais e questionários	Ensino Médio	CG2, CG8, CG9; EM13MAT301
Matemática em ritmo de música e cordel: uma experiência de ensino na EJA	Barros (2024) - IFPI	Medidas, frações, decimais e irracionais	Pesquisa-ação com oficinas de cordel musicalizado	Educação de Jovens e Adultos	CG1, CG2, CG6; habilidades adaptadas da EJA (proporcionalidade, medidas e números reais)
A matemática da música: uma possibilidade para o Ensino-aprendizagem	Oliveira (2023) - UFG	Razão, Proporção, Logaritmos, PA, PG, Trigonometria e Frações	Produto educacional com monocórdio e GeoGebra	Ensino Médio	CG1, CG3; EM13MAT301, EM13MAT401, EM13MAT507
Harmonia dos Números: A Matemática das Escalas Musicais	Santos (2025) - UFMT	Razão, Proporção e Progressão Geométrica	Estudo qualitativo exploratório sobre escalas musicais	2º ano do Ensino Médio	CG1, CG2, CG3; EM13MAT301, EM13MAT507
Conexão entre matemática e música no contexto da BNCC à luz do conhecimento especializado do professor de matemática	Santos (2021) - UNEMAT	Razão, Proporção, Logaritmos, Trigonometria, Frações e Geometria	Análise documental fundamentada na BNCC e MTSK	Ensino Fundamental e Médio	CG3, CG8, CG9; habilidades adaptadas
Música e Suas Aplicações no Ensino da Matemática	Pereira (2025) - UFF	Frações	Intervenção prática interdisciplinar com ritmo musical	6º e 9º ano do Ensino Fundamental	CG2, CG3; EF06MA07, EF07MA09
Musicalizando os	Coutinho	Números	Proposta	6º ano do	CG1, CG2, CG3;

racionais	(2021) - UFJ	Racionais	didática interdisciplinar com leitura de partituras	Ensino Fundamental	EF06MA07, EF07MA09
Um estudo sobre a presença da matemática na música	Melo (2020) - UFV	Razões, Frações, PG, Trigonometria e Séries de Fourier	Modelagem matemática com monocórdio, GeoGebra e acústica	Ensino Médio	CG1, CG2, CG3; EM13MAT301, EM13MAT507
Matemática e música: proposta interdisciplinar de sequência didática para o ensino-aprendizagem de progressão geométrica no 2º ano do ensino médio	Estumano (2025) - UFPA	Progressões Geométricas	Pesquisa qualitativa aplicada com instrumentos musicais	2º ano do Ensino Médio	CG1, CG2, CG3; EM13MAT507

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026b)

Conforme observado por Ribeiro et al. (2026), as pesquisas analisadas contemplam uma diversidade de conteúdos matemáticos, incluindo razões e proporções, números racionais, progressões geométricas, funções exponenciais, logaritmos, trigonometria e séries de Fourier. Verificou-se ainda a predominância de trabalhos direcionados ao Ensino Médio, embora algumas investigações tenham sido desenvolvidas para os anos finais do Ensino Fundamental.

Além da diversidade de conteúdos, os autores identificaram diferentes formas de utilização da música como recurso didático. Em alguns estudos, a música foi utilizada como estratégia de contextualização e motivação para a aprendizagem matemática. Em outros, constituiu um meio de representação de conceitos matemáticos ou um objeto de investigação, permitindo explorar relações entre frequências sonoras, intervalos musicais e estruturas numéricas.

Com o intuito de sintetizar os objetivos e os principais resultados das pesquisas selecionadas, Ribeiro et al. (2026) elaboraram o quadro 3.

Quadro 3: Síntese dos resultados apontados nas dissertações

Autor	Síntese dos principais resultados
Adenes Neto (2025)	A aplicação da sequência didática indicou potencial para favorecer a compreensão do Princípio Multiplicativo da Contagem, associando canto, paródias e recursos lúdicos a melhorias no desempenho discente.
Marques (2020)	A contextualização musical apresentou potencial para auxiliar a visualização e aplicação de Funções Exponenciais e Logarítmicas, especialmente na compreensão matemática da escala temperada.
Sousa (2021)	Os questionários indicaram aceitação metodológica da proposta, associando o uso da música ao interesse, à motivação e à aproximação discente com conteúdos matemáticos.
Barros (2024)	O uso do cordel musicalizado esteve associado à contextualização sociocultural e à participação discente na EJA, ampliando possibilidades de integração entre cultura e ensino matemático.

Oliveira (2023)	O produto educacional sistematizou propostas interdisciplinares para o ensino de razões, proporções, logaritmos e progressões por meio da música, oferecendo referenciais práticos para aplicação pedagógica.
Santos, W. (2025)	O estudo sistematizou relações entre harmonia musical, razões, proporções e progressões geométricas, formalizando conexões matemáticas presentes na construção das escalas musicais.
Santos, J. (2021)	A análise documental identificou aproximações entre música, BNCC e formação docente, oferecendo subsídios curriculares para discussões sobre práticas interdisciplinares.
Pereira (2025)	A integração entre frações e ritmo musical esteve associada à compreensão prática e intuitiva de conceitos fracionários, ampliando possibilidades de contextualização pedagógica.
Coutinho (2021)	A associação entre figuras rítmicas e números racionais apresentou potencial para facilitar a compreensão dos conteúdos, vinculando musicalização a práticas matemáticas contextualizadas.
Melo (2020)	O estudo sistematizou aplicações de conceitos como monocórdio, acústica e Séries de Fourier, evidenciando relações entre fenômenos sonoros e formalizações matemáticas.
Estumano (2025)	A utilização de instrumentos musicais indicou potencial para auxiliar a aprendizagem de Progressão Geométrica, associando recursos sonoros à concretização conceitual.

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026b)

Para ampliar o rigor analítico do levantamento, Ribeiro et al. (2026) adotaram o modelo Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK), por possibilitar a análise dos conhecimentos matemáticos, pedagógicos e curriculares mobilizados nas pesquisas. Essa escolha mostrou-se adequada ao objetivo do mapeamento, pois permitiu examinar não apenas os conteúdos matemáticos abordados, mas também as formas de ensino propostas e as relações estabelecidas com parâmetros de aprendizagem. A classificação foi realizada a partir da leitura integral e comparativa das dissertações, considerando seus objetivos, conteúdos matemáticos, características metodológicas, procedimentos de ensino, instrumentos utilizados e tipos de evidência apresentados.

Na operacionalização da análise, o Knowledge of Topics (KoT), ou Conhecimento dos Tópicos Matemáticos, foi atribuído aos estudos que mobilizaram conceitos, propriedades, representações ou relações matemáticas presentes nos fenômenos musicais. O Knowledge of Mathematics Teaching (KMT), ou Conhecimento do Ensino de Matemática, foi relacionado às pesquisas que apresentaram estratégias pedagógicas, recursos didáticos, sequências de atividades ou formas de abordagem dos conteúdos matemáticos por meio da música. Por sua vez, o Knowledge of Mathematics Learning Standards (KMLS), ou Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem Matemática, foi considerado quando os estudos estabeleceram relações com orientações curriculares, competências, habilidades ou expectativas de aprendizagem. As classificações não foram excludentes, podendo uma mesma pesquisa mobilizar mais de um subdomínio, conforme os elementos predominantes identificados em seus conteúdos e procedimentos. Os resultados dessa avaliação são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Matriz de Avaliação Metodológica, Tipologia de Evidências e Domínios do MTSK

Autor	Natureza do Estudo	Instrumentos de Coleta / Procedimentos	Tipo de Evidência Produzida	Domínios MTSK Mobilizados
Adenes Neto (2025)	Intervenção Empírica	Pré-teste, pós-teste, observação participante e produção de paródias	Empírica de desempenho e aprendizagem: indícios de melhoria na compreensão do Princípio Multiplicativo da Contagem	KoT, KMT
Marques (2020)	Proposta Didático-Teórica	Elaboração de sequência didática, demonstrações práticas e fundamentação teórica	Viabilidade pedagógica teórica: possibilidades de articulação interdisciplinar no ensino de funções exponenciais e logarítmicas	KoT, KMT
Sousa (2021)	Intervenção Empírica	Questionários diagnósticos, escalas Likert e observação pedagógica	Empírica de percepção e motivação: aumento do interesse e engajamento discente	KMT
Santos, J. (2021)	Estudo Documental-Teórico	Análise documental curricular e fundamentação no MTSK	Teórico-curricular: articulação entre música, matemática e conhecimento especializado docente	KoT, KMT, KMLS
Pereira (2025)	Relato de Experiência / Intervenção Exploratória	Observação participante, atividades práticas musicais e registros pedagógicos	Experiencial de engajamento: participação, intuição matemática e aprendizagem contextualizada	KoT, KMT
Estumano (2025)	Intervenção Empírica	Questionários diagnósticos/finais, diário de campo, sequência didática e atividades práticas	Empírica de evolução conceitual: progressão significativa em Progressão Geométrica	KoT, KMT
Coutinho (2021)	Proposta Didática	Elaboração de sequência didática interdisciplinar	Potencial didático-contextual: humanização e contextualização do ensino de números racionais	KoT, KMT
Oliveira (2023)	Proposta Didático-Metodológica	Problematização, metodologia ativa, simulações GeoGebra e práticas musicais	Modelagem interdisciplinar: visualização matemática e	KoT, KMT

			aprofundamento conceitual	
Santos, W. (2025)	Estudo Teórico-Epistemológico	Análise matemática das escalas musicais e progressões geométricas	Rigor matemático-conceitual: fundamentação harmônica e estrutural	KoT, KMT
Melo (2020)	Estudo Teórico-Físico-Matemático	Monocórdio, análise de Fourier, acústica e modelagem matemática	Fundamentação físico-matemática: validação científica das relações entre som e número	KoT, KMT
Barros (2024)	Relato de Experiência	Produção de cordéis, música, canto, observação participante e registros reflexivos	Engajamento sociocultural: aprendizagem significativa, valorização identitária e inclusão pedagógica	KoT, KMT, KMLS

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026b)

A análise do quadro 4 evidencia a heterogeneidade das abordagens adotadas pelos pesquisadores. Enquanto algumas dissertações apresentam intervenções acompanhadas de instrumentos de avaliação da aprendizagem, outras concentram-se na elaboração de produtos educacionais ou na discussão teórica das relações entre Música e Matemática. Tal diversidade demonstra a amplitude de possibilidades existentes para a investigação dessa interface, mas também indica a necessidade de ampliação de estudos empíricos que produzam evidências mais sistemáticas sobre os efeitos dessas propostas na aprendizagem matemática.

Outro aspecto destacado por Ribeiro et al. (2026) refere-se ao potencial interdisciplinar presente nas pesquisas analisadas. Em diferentes níveis de intensidade, os estudos articulam conhecimentos da Matemática, Física, História e Música, evidenciando a possibilidade de utilização de fenômenos sonoros como contexto para a exploração de conceitos matemáticos.

Apesar da variedade de abordagens identificadas, os autores observaram uma menor incidência de pesquisas voltadas especificamente ao ensino de razões e proporções por meio da exploração prática de frequências sonoras, formação de acordes e relações matemáticas presentes em instrumentos musicais. Além disso, verificou-se predominância de estudos direcionados ao Ensino Médio, havendo menor quantidade de propostas destinadas aos anos finais do Ensino Fundamental.

Nesse contexto, a presente pesquisa insere-se no conjunto de investigações que buscam ampliar as possibilidades de articulação entre Música e Matemática na Educação Básica. Diferentemente de parte das produções mapeadas, este estudo concentra-se especificamente no ensino de razões e proporções no 9º ano do Ensino Fundamental, utilizando violão, teclado e

tubofone como recursos para a investigação de relações matemáticas presentes nos fenômenos sonoros.

Assim, o panorama apresentado por Ribeiro et al. (2026) evidencia que a integração entre Música e Matemática constitui um campo de pesquisa em expansão no PROFMAT. Ao mesmo tempo, revela espaços ainda pouco explorados, especialmente no que se refere ao ensino de razões e proporções nos anos finais do Ensino Fundamental, aspecto que fundamenta e justifica a proposta desenvolvida nesta dissertação.

3 METODOLOGIA

3.1 SOBRE O TIPO DE PESQUISA E OS SUJEITOS

Considerando as discussões apresentadas no referencial teórico e as lacunas identificadas no mapeamento das pesquisas sobre Música e Matemática no âmbito do PROFMAT, esta investigação foi desenvolvida com o objetivo de analisar de que maneira uma sequência didática fundamentada na articulação entre fenômenos musicais e conceitos matemáticos pode contribuir para o ensino de razões e proporções em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental.

Esta investigação caracteriza-se como um estudo de caso, fundamentado em Yin (2001), e possui natureza qualitativa, conforme os pressupostos de Lüdke e André (1986). O estudo foi desenvolvido por meio de uma intervenção pedagógica em um contexto específico de ensino. Essa opção metodológica decorre do interesse em compreender os processos desenvolvidos pelos estudantes durante a realização das atividades propostas, considerando as estratégias mobilizadas na resolução das situações apresentadas, as produções elaboradas ao longo da sequência didática, as interações ocorridas durante as atividades e os significados atribuídos às experiências vivenciadas. O foco da investigação, portanto, não recai sobre a generalização estatística dos resultados, mas sobre a compreensão dos indícios de aprendizagem e das formas pelas quais os estudantes estabeleceram relações entre fenômenos sonoros e conceitos de razão e proporcionalidade no contexto investigado.

Nesse sentido, Lüdke e André (1986) destacam que a pesquisa qualitativa pressupõe uma aproximação direta entre o pesquisador e o ambiente investigado, permitindo a observação dos fenômenos em seu contexto natural. Segundo os autores:

A pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra através do trabalho intensivo de campo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 11).

Nessa perspectiva, o acompanhamento das atividades desenvolvidas durante a intervenção possibilitou o registro das ações, interações e produções dos participantes ao longo da sequência didática. Esses registros, juntamente com os demais instrumentos utilizados na pesquisa, constituíram fontes de dados para a análise do processo investigado, considerando as particularidades do contexto em que a intervenção pedagógica foi realizada.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a investigação configura-se como um estudo de caso, por se concentrar na análise de uma intervenção pedagógica desenvolvida com um grupo específico de estudantes em seu contexto escolar. Essa abordagem mostrou-se adequada aos objetivos da pesquisa por possibilitar o estudo do fenômeno investigado

considerando as condições e particularidades do contexto em que a sequência didática foi aplicada. Ao discutir essa modalidade de investigação, Yin (2001) apresenta a seguinte definição:

O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2001, p. 32).

Embora tenham sido utilizados instrumentos de pré-teste e pós-teste, os dados quantitativos deles decorrentes foram analisados de forma descritiva, sem finalidade inferencial, servindo como apoio à análise qualitativa desenvolvida na investigação. Os resultados desses instrumentos foram organizados por meio de quadros e gráficos, com apresentação de frequências absolutas e relativas, de modo a possibilitar a descrição dos dados obtidos nos diferentes momentos da sequência didática. Assim, os dados quantitativos não foram utilizados com a finalidade de produzir generalizações estatísticas, mas como elementos complementares às demais fontes de dados consideradas na pesquisa.

Com o intuito de ampliar a consistência da análise, foram utilizadas diferentes fontes de evidência produzidas ao longo da investigação. Consideraram-se as produções escritas dos estudantes, a observação das atividades, as respostas aos questionários e os instrumentos de verificação da aprendizagem aplicados durante a sequência didática, incluindo o pré-teste e o pós-teste. O conjunto dessas informações subsidiou a análise qualitativa dos dados, permitindo examinar o objeto investigado a partir de diferentes registros e estabelecer relações entre as evidências produzidas nos distintos momentos da intervenção pedagógica.

Em relação aos objetivos, a pesquisa apresenta características exploratórias e descritivas. O caráter exploratório está relacionado à investigação das possibilidades de articulação entre Música e Matemática para a abordagem de razões e proporções no contexto específico estudado. Conforme Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como finalidade proporcionar uma visão geral acerca de determinado fenômeno, especialmente quando o tema investigado ainda demanda maior aprofundamento ou apresenta número reduzido de estudos específicos. Nesse sentido, a dimensão exploratória desta investigação relaciona-se à análise das possibilidades de utilização de fenômenos musicais como contexto para a abordagem de conceitos de razão e proporcionalidade nos anos finais do Ensino Fundamental.

A investigação também apresenta características descritivas, uma vez que envolveu o registro e a descrição das atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica, das produções elaboradas pelos participantes e dos dados obtidos por meio dos diferentes instrumentos utilizados na pesquisa. Essa dimensão descritiva possibilitou organizar as

informações produzidas ao longo da sequência didática, constituindo a base para a posterior análise do objeto investigado.

A pesquisa foi realizada na Escola Municipal Nemésio Marques Lages, localizada na zona rural do município de Barras, estado do Piauí. A instituição atende estudantes da Educação Infantil e do Ensino Fundamental e compartilha suas instalações com uma escola da rede estadual que oferta o Ensino Médio. A comunidade escolar encontra-se inserida em um contexto predominantemente rural, no qual se destacam atividades econômicas relacionadas à agricultura familiar, ao pequeno comércio local e aos serviços públicos.

No que se refere à infraestrutura pedagógica, a escola dispõe de recursos convencionais de ensino, como livros didáticos, quadro branco e materiais de apoio às atividades escolares. A instituição também possuía instrumentos musicais remanescentes de um programa de educação integral anteriormente desenvolvido, entre eles violões e teclado. Não havia um instrumento para cada um dos 12 estudantes. Durante a intervenção, os participantes foram organizados em três grupos de quatro integrantes, e os instrumentos, juntamente com o tubofone e os demais recursos utilizados na sequência didática, foram compartilhados e manipulados alternadamente pelos grupos. Dessa forma, cada grupo teve a oportunidade de observar a produção dos sons, manusear os instrumentos e realizar as atividades propostas.

Participaram da investigação doze estudantes regularmente matriculados no 9º ano do Ensino Fundamental, sendo cinco do sexo masculino e sete do sexo feminino. A escolha dessa turma esteve relacionada à delimitação do objeto da pesquisa e à pertinência dos conteúdos de razão e proporcionalidade para essa etapa da escolarização, considerando-se também a possibilidade de desenvolvimento da intervenção pedagógica no contexto em que o pesquisador atuava.

A escolha desse público também se relaciona à relevância do raciocínio proporcional para a continuidade da aprendizagem matemática. Conceitos de razão e proporcionalidade estão presentes em diferentes conteúdos desenvolvidos ao longo da Educação Básica, estabelecendo relações com temas como funções, semelhança de figuras, trigonometria e Matemática Financeira. Dessa forma, a investigação concentrou-se na abordagem desses conceitos nos anos finais do Ensino Fundamental, utilizando fenômenos musicais como contexto para o desenvolvimento das atividades propostas.

Por fim, os procedimentos adotados durante a investigação buscaram preservar a identidade dos participantes e assegurar o sigilo das informações produzidas no contexto da pesquisa. Para a apresentação e análise dos dados, os estudantes foram identificados por denominações que impossibilitassem sua identificação individual, e os registros obtidos foram

utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. A participação dos estudantes ocorreu mediante os procedimentos de autorização adotados para a realização da investigação no ambiente escolar.

3.2 ETAPAS E FASES DA APLICAÇÃO

Para a elaboração da proposta, adotou-se a compreensão pedagógica de sequência didática apresentada por Costa e Gonçalves (2022), ao sistematizarem a perspectiva de Zabala. Nessa concepção, a sequência didática corresponde a um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas em função de objetivos educacionais previamente definidos. Desse modo, não se trata apenas de uma sucessão de atividades, mas de um percurso pedagógico no qual planejamento, aplicação e avaliação encontram-se relacionados.

Nesta pesquisa, a sequência didática teve como finalidade promover a articulação entre fenômenos musicais e conceitos matemáticos para o ensino de razões e proporções. Sua estrutura foi composta por sete etapas, distribuídas em dez aulas de 50 minutos: diagnóstico inicial; fundamentação histórica e conceitual; exploração da relação entre o comprimento da corda e a frequência sonora; análise de razões presentes na formação de acordes; construção e análise do tubofone; sistematização dos conceitos por meio de paródias; e avaliação final. Essa organização estabeleceu um percurso progressivo, iniciado pela identificação dos conhecimentos prévios, seguido pela fundamentação e pelas atividades práticas, e concluído com a sistematização e a avaliação da aprendizagem.

A divisão em sete etapas decorreu das diferentes funções pedagógicas previstas para o desenvolvimento da proposta: diagnóstico, fundamentação, experimentação, ampliação das relações investigadas, construção e análise de um instrumento, sistematização e avaliação. Essa organização foi orientada pela compreensão de sequência didática apresentada por Costa e Gonçalves (2022), segundo a qual as atividades devem constituir um percurso ordenado e articulado em função dos objetivos educacionais. Também foram considerados os pressupostos de Vergnaud (1996), relativos à necessidade de mobilizar um conceito em diferentes situações e representações; de Vigotski (1998), quanto à mediação e à interação dos estudantes com instrumentos culturais; e de Fazenda (2002), no que se refere à articulação entre conhecimentos de áreas distintas em torno de um objeto comum de investigação.

A escolha e a ordem das atividades foram definidas de modo a estabelecer uma progressão entre diagnóstico, exploração e sistematização. O pré-teste foi situado no início para identificar os conhecimentos prévios e as dificuldades dos estudantes. A fundamentação histórica e conceitual foi apresentada em seguida para introduzir as relações entre números e sons necessárias às oficinas. A atividade com o violão antecedeu as demais por possibilitar a

observação direta da relação inversa entre o comprimento da corda e a frequência sonora. Posteriormente, o teclado permitiu ampliar a investigação para as relações de proporcionalidade direta presentes nas frequências dos acordes. A construção do tubofone foi realizada após essas experiências por exigir a mobilização conjunta dos conceitos estudados e a comparação entre o modelo matemático e os resultados experimentais. As paródias foram destinadas à retomada e à representação dos conhecimentos por meio da linguagem musical, enquanto a avaliação final permitiu analisar a mobilização desses conceitos após a intervenção. Desse modo, as sete etapas não foram definidas como atividades isoladas, mas como partes complementares de um percurso pedagógico progressivo.

Para facilitar a visualização do percurso metodológico e da distribuição da carga horária, o Quadro 5 sintetiza as etapas da sequência didática, relacionando cada uma delas ao respectivo objetivo pedagógico e à carga horária destinada ao seu desenvolvimento.

Quadro 5: Síntese das etapas da aplicação da proposta de ensino com o uso da música

Etapas	Denominação	Carga horária	Objetivo principal
1	Diagnóstico inicial	50 min	Identificar conhecimentos prévios e lacunas interpretativas.
2	Fundamentação Histórica	50 min	Apresentar a relação entre números e sons (Pitágoras).
3	Comprimento da corda vs frequência	100 min	Vivenciar a proporcionalidade inversa no violão.
4	Consonância no acorde	100 min	Calcular acordes usando constantes de proporcionalidade.
5	Construção de Tubofone	100 min	Verificar se a proporcionalidade inversa se aplica na construção do instrumento.
6	Apresentação de paródias	50 min	Sistematizar conceitos através de paródias e debate.
7	Avaliação Final	50 min	Mensurar a evolução da aprendizagem.

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

ETAPA 1

A etapa inicial da pesquisa teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de conceitos relacionados a razões e proporções que seriam abordados ao longo da sequência didática. Para essa finalidade, foi aplicado um pré-teste diagnóstico, com duração de 50 minutos, antes da introdução das atividades que articulavam fenômenos musicais e conceitos matemáticos.

O instrumento foi composto por questões objetivas e discursivas. As questões objetivas contemplaram situações envolvendo razão, proporção e relações entre grandezas diretamente e inversamente proporcionais, buscando identificar os procedimentos mobilizados pelos estudantes na resolução dos problemas propostos. As questões discursivas, por sua vez, foram destinadas à análise da compreensão dos participantes acerca das relações entre as grandezas apresentadas e das estratégias utilizadas na elaboração e justificativa das respostas.

Figura 5 – Registro fotográfico da aplicação do pré-teste



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Para a análise das questões discursivas, foram estabelecidos critérios de classificação das respostas, considerando a compreensão da situação proposta, a estratégia de resolução utilizada, o desenvolvimento dos procedimentos matemáticos e a coerência da justificativa apresentada. Esses critérios possibilitaram organizar as produções dos estudantes de forma sistemática, de modo a subsidiar a análise qualitativa dos procedimentos e das formas de raciocínio mobilizadas nas situações propostas. O instrumento também contemplou uma questão aberta relacionada à possível articulação entre Música e Matemática, com a finalidade de identificar os conhecimentos e as percepções iniciais dos estudantes acerca da existência de relações entre essas duas áreas do conhecimento.

Os dados produzidos no pré-teste integraram o conjunto de fontes consideradas na investigação e foram posteriormente analisados em articulação com as produções desenvolvidas durante as oficinas, os registros de observação e os demais instrumentos aplicados ao longo da sequência didática. No primeiro contato com a proposta de articulação entre Música e Matemática, os estudantes demonstraram curiosidade e entusiasmo, especialmente diante da possibilidade de utilização de instrumentos musicais nas atividades. Entre as expectativas manifestadas, surgiu a ideia de que poderiam aprender a tocar algum instrumento durante a intervenção. Essas manifestações permitiram caracterizar a recepção inicial da proposta e evidenciaram o interesse dos participantes pelas experiências práticas que seriam desenvolvidas. Concluída a etapa diagnóstica, a sequência avançou para a apresentação de aspectos históricos da relação entre Música e Matemática, tomando como referência os estudos atribuídos a Pitágoras sobre as relações numéricas associadas aos sons produzidos pelo monocórdio.

ETAPA 2

A segunda etapa da sequência didática foi dedicada à apresentação de aspectos históricos da relação entre Música e Matemática e à introdução de conceitos necessários ao

desenvolvimento das atividades posteriores. Inicialmente, foram discutidos os estudos atribuídos a Pitágoras e à escola pitagórica acerca das relações numéricas observadas nos sons produzidos pelo monocórdio, destacando-se a associação entre determinados intervalos musicais e razões numéricas simples.

Para aproximar essa discussão histórica de uma experiência sonora, utilizou-se um teclado musical como recurso de demonstração. Os estudantes puderam observar a disposição das notas no instrumento, ouvir os sons produzidos e relacioná-los às respectivas frequências sonoras, expressas em Hertz (Hz). Para auxiliar essa atividade, foi utilizado o aplicativo Cifra Club, por meio de sua função de afinador digital, que permitiu visualizar a identificação das notas executadas e os valores de frequência indicados durante a demonstração.

Figura 6 – Interface de aplicativo mostrando a nota lá e sua respectiva frequência em Hz



Fonte - Captura de tela do aplicativo Cifra Club, Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Figura 7 – Alunos identificando os sons das notas e suas respectivas frequências



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Na sequência, foram apresentados conceitos introdutórios relacionados à frequência sonora, às notas musicais e aos acordes. A frequência sonora foi abordada como uma grandeza física expressa em Hertz (Hz), enquanto os acordes foram apresentados como combinações de notas executadas simultaneamente. Essa introdução preparou os estudantes para a exploração, em etapas posteriores da sequência didática, das razões estabelecidas entre frequências sonoras e de suas relações com os conceitos matemáticos de razão e proporcionalidade.

O objetivo pedagógico desta etapa consistiu em fornecer subsídios históricos e conceituais para as atividades práticas desenvolvidas posteriormente. A possibilidade de representar e comparar frequências sonoras por meio de valores numéricos constituiu a base

para a exploração das relações de proporcionalidade nas etapas subsequentes, especialmente nas atividades envolvendo a relação entre o comprimento vibrante das cordas do violão e a frequência sonora, bem como as razões entre frequências exploradas por meio do teclado.

ETAPA 3

Dando continuidade à proposta, a terceira etapa consistiu em uma atividade prática com violões, cujo objetivo foi investigar a relação entre o comprimento vibrante da corda e a frequência sonora produzida. A atividade buscou possibilitar a exploração da proporcionalidade inversa por meio da manipulação direta do instrumento, da medição do comprimento vibrante da corda e da observação das frequências correspondentes.

Os estudantes foram organizados em grupos de três integrantes e receberam orientações para realizar medições utilizando a sexta corda do violão, afinada em Mi. Inicialmente, foi registrada, com o auxílio do afinador digital utilizado na pesquisa, a frequência da corda solta, correspondente à nota Mi2. Como referência para a atividade, foram considerados o valor de 82,4 Hz para a frequência e 65 cm para o comprimento vibrante da corda.

Na sequência, os estudantes pressionaram a mesma corda em diferentes casas do instrumento, registrando os novos comprimentos vibrantes e as frequências correspondentes indicadas pelo aplicativo. A comparação foi realizada mantendo-se a mesma corda e considerando-se aproximadamente constantes sua tensão e sua densidade linear, condições necessárias para a análise da relação inversa entre o comprimento vibrante e a frequência fundamental. Entre as situações exploradas, destacou-se a 12ª casa do violão, na qual o comprimento vibrante da corda corresponde aproximadamente à metade do comprimento inicial, produzindo a nota Mi uma oitava acima e permitindo comparar os valores de comprimento e frequência.

Figura 8 – Imagens dos alunos verificando comprimento da corda versus frequência em Hz



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Durante a atividade, os participantes registraram os dados obtidos em folhas de acompanhamento, relacionando o comprimento vibrante da corda, expresso em centímetros, às frequências observadas, expressas em Hertz. Esses registros constituíram uma das produções escritas consideradas na investigação e serviram de base para a exploração matemática da relação entre as duas grandezas.

Após a coleta de dados, realizou-se uma discussão coletiva com o objetivo de analisar matematicamente os valores observados. Para isso, considerou-se C_0 como o comprimento da corda 6 solta (nota Mi) e F_0 sua respectiva frequência em Hertz; de maneira análoga, definiu-se C_{12} como o comprimento da mesma corda pressionada na 12ª casa (nota Mi, uma oitava acima) e F_{12} sua frequência. A partir da organização e da comparação dessas grandezas, foram exploradas as seguintes relações:

Como $C_0 = 65 \text{ cm} \Rightarrow F_0 = 82,4 \text{ Hz}$ e $C_{12} = 32,5 \text{ cm} \Rightarrow F_{12} = 164,8 \text{ Hz}$ pôde-se notar

$$\text{que } C_0 \cdot F_0 = C_{12} \cdot F_{12} \Rightarrow \frac{C_0}{C_{12}} = \frac{F_{12}}{F_0} = 2 \Rightarrow \begin{cases} \frac{C_0}{C_{12}} = 2 \Rightarrow C_0 = 2 \cdot C_{12} \\ \frac{F_{12}}{F_0} = 2 \Rightarrow F_0 = \frac{1}{2} F_{12} \end{cases}$$

Essas relações foram utilizadas como base para a discussão da proporcionalidade inversa entre o comprimento vibrante da corda e a frequência sonora, considerando as condições físicas estabelecidas para a atividade. A análise realizada subsidiou a sistematização do conceito de grandezas inversamente proporcionais e serviu de referência para as atividades desenvolvidas na continuidade da sequência didática.

ETAPA 4

Dando continuidade à proposta, a quarta etapa concentrou-se na exploração de relações de proporcionalidade direta entre frequências sonoras. Após as atividades realizadas com o violão, nas quais foi investigada a proporcionalidade inversa entre o comprimento vibrante da corda e a frequência, os estudantes passaram a analisar situações em que razões entre frequências poderiam ser utilizadas como fatores de escala para determinar novos valores e explorar relações presentes na formação de acordes.

Inicialmente, foi realizada uma atividade de comparação auditiva utilizando o teclado musical. Foram executados dois agrupamentos sonoros distintos: o acorde de Dó Maior, formado pelas notas Dó, Mi e Sol, e um agrupamento formado pelas notas Dó sustenido, Mi e Sol. A atividade teve como finalidade proporcionar um contraste sonoro inicial e introduzir a

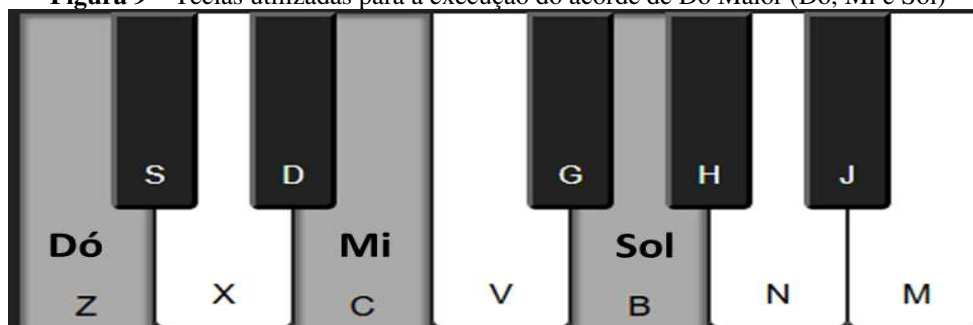
investigação das relações numéricas entre as frequências das notas antes da realização dos cálculos matemáticos.

Para subsidiar a análise, foram utilizados como referência didática os valores de 264 Hz para Dó, 330 Hz para Mi e 396 Hz para Sol. Esses valores estabelecem, no modelo adotado para a atividade, as razões simples 5:4 e 3:2 em relação à frequência de Dó, correspondentes, respectivamente, aos intervalos de terça maior e quinta justa. Para o segundo agrupamento sonoro, foram considerados 277,2 Hz para Dó sustenido, mantendo-se os valores de 330 Hz para Mi e 396 Hz para Sol.

Com os valores registrados, foram calculadas as razões entre as frequências das notas que compõem o acorde de Dó Maior. Para a relação entre Mi (330 Hz) e Dó (264 Hz), obteve-se: $R = \frac{330}{264} = \frac{5}{4} = 1,25$. De maneira análoga, para a relação entre Sol (396 Hz) e Dó (264 Hz), obteve-se: $R = \frac{396}{264} = \frac{3}{2} = 1,5$. Posteriormente, foram calculadas as razões envolvendo as frequências do agrupamento formado por Dó sustenido, Mi e Sol, obtendo-se: $R = \frac{25}{21} = 1,190476 \dots$ e $R = \frac{10}{7} = 1,428571 \dots$. Esses cálculos serviram de base para a comparação entre os agrupamentos sonoros investigados e para as atividades de construção e transposição de acordes desenvolvidas posteriormente.

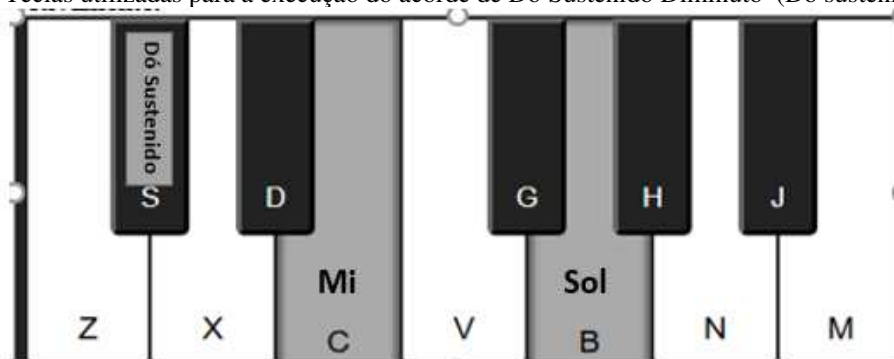
As figuras a seguir apresentam as teclas utilizadas na execução dos acordes de Dó Maior e Dó sustenido diminuto, respectivamente. Para facilitar a localização das notas musicais no teclado, considerou-se como referência a disposição das teclas pretas em grupos de duas e três. A tecla branca situada imediatamente à esquerda de cada grupo de duas teclas pretas corresponde à nota Dó. A partir dessa referência, cada tecla consecutiva, branca ou preta, representa um deslocamento de um semitom, permitindo a identificação das demais notas até se completar a oitava.

Figura 9 – Teclas utilizadas para a execução do acorde de Dó Maior (Dó, Mi e Sol)



Fonte - Captura de tela do site Piano Eletrônico (2025). Disponível em: <https://pianoeletronico.com.br/>. Acesso em: 25/01/2026.

Figura 10 – Teclas utilizadas para a execução do acorde de Dó Sustenido Diminuto (Dó sustenido, Mi e Sol)



Fonte - Captura de tela do site Piano Eletrônico (2025). Disponível em: <https://pianoeletronico.com.br/>. Acesso em: 25/01/2026.

Na sequência, foi proposta uma atividade de investigação voltada à identificação e à aplicação de padrões matemáticos nas relações entre frequências sonoras. Utilizando a tabela de frequências disponibilizada para a atividade, os estudantes analisaram as razões estabelecidas a partir dos valores adotados para as notas Dó, Mi e Sol, com o objetivo de aplicar essas relações na determinação de novas frequências tomando outra nota como referência.

Organizados em grupos de três integrantes, os participantes foram orientados a utilizar as razões obtidas anteriormente como fatores de escala entre a frequência de referência e as demais frequências consideradas no modelo. Tomando como referência os valores utilizados para o acorde de Dó Maior, foram estabelecidas as seguintes relações:

Para a segunda nota (F_2), os alunos identificaram que a relação entre a terceira nota da escala (mi) e a tônica (Dó) no acorde original seguia o modelo:

$$\frac{\text{Frequência da 2ª nota}}{\text{Frequência da tônica}} = \frac{5}{4} = 1,25$$

De maneira análoga para a terceira nota do acorde (F_3), o modelo:

$$\frac{\text{Frequência da 3ª nota}}{\text{Frequência da tônica}} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Com essas constantes estabelecidas, a turma iniciou a transposição para o acorde de Sol Maior, adotando a frequência de 396 Hz como a nova tônica (F_1). O cálculo para encontrar as frequências incógnitas seguiu este procedimento:

1. Cálculo da Segunda Nota (F_2 - Terça Maior):

Utilizando a razão 5:4, tem-se a equação:

$$\frac{F_2}{396} = 5:4 \Rightarrow \frac{F_2}{396} = 1,25 \Rightarrow F_2 = 1,25 * 396 = 495, \text{ ou seja, } 495 \text{ Hz}$$

(Nota identificada: Si)

2. Cálculo da Terceira Nota (F_3 – Quinta Justa):

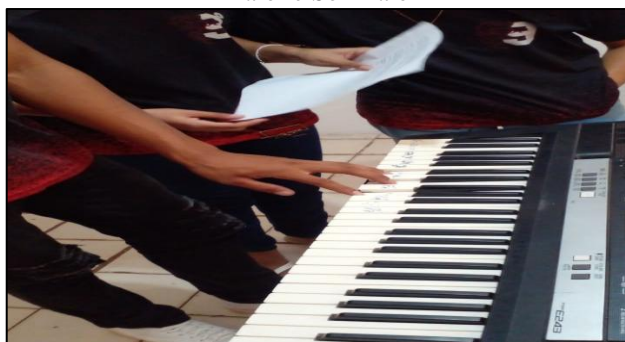
De maneira análoga a encontrou-se o valor da incógnita:

$$\frac{F_3}{396} = 3:2 \Rightarrow \frac{F_3}{396} = 1,5 \Rightarrow F_3 = 1,5 * 396 = 594, \text{ ou seja, } 594 \text{ Hz}$$

(Nota identificada: Ré)

A atividade foi concluída com a exploração sonora, no teclado, das notas correspondentes ao acorde de Sol Maior. Essa etapa possibilitou relacionar os cálculos realizados à experiência auditiva proporcionada pelo instrumento. Ressalta-se, entretanto, que os valores empregados nos cálculos foram adotados como um modelo didático baseado em razões simples associadas à afinação justa, enquanto o teclado utilizado opera segundo o sistema de temperamento igual. Desse modo, a execução no instrumento não teve a finalidade de confirmar uma correspondência exata entre as frequências calculadas e aquelas efetivamente produzidas pelo teclado, mas de possibilitar uma aproximação entre as relações matemáticas exploradas e a experiência sonora.

Figura 11 – Alunos verificando a semelhança existente entre as consonâncias dos acordes de Dó Maior e Sol Maior



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A etapa teve como objetivo explorar situações envolvendo proporcionalidade direta por meio das relações entre frequências sonoras utilizadas na construção e na transposição de acordes musicais. Os cálculos desenvolvidos pelos estudantes serviram de base para a investigação das relações entre frequências e razões matemáticas, possibilitando a aplicação de fatores de escala na determinação de novos valores e fornecendo subsídios para a continuidade das atividades previstas na sequência didática.

ETAPA 5

Neste momento da intervenção, desenvolvido em duas aulas de 50 minutos, a atividade concentrou-se na exploração dos conceitos estudados por meio da construção e da análise de um instrumento musical percussivo: o tubofone de mesa. Foi construído um único tubofone para toda a turma, e os 12 estudantes foram organizados em três grupos de quatro integrantes. O roteiro técnico, baseado nas medidas apresentadas por Vieira (2019), e os componentes do

instrumento passaram sucessivamente por cada grupo, permitindo que todos participassem da conferência das medidas, da organização dos tubos, da montagem e da análise dos sons produzidos. Diferentemente das etapas anteriores, nas quais os estudantes investigaram instrumentos já prontos, essa atividade foi realizada coletivamente e contou com a participação direta dos grupos na construção do instrumento. O objetivo consistiu em investigar as relações entre o comprimento dos tubos e as frequências sonoras produzidas, explorando conceitos de razão, proporção e frequência no contexto da construção de um instrumento musical.

Para viabilizar a construção do instrumento no tempo destinado à atividade e direcionar a investigação para a análise matemática dos dados, os tubos foram previamente cortados. Dessa forma, as atividades realizadas em sala concentraram-se na montagem do instrumento, na conferência das medidas e na observação das frequências produzidas por cada tubo. O procedimento detalhado de construção, bem como as orientações utilizadas durante a atividade, encontra-se apresentado no Anexo IV deste trabalho.

Figura 12 – Imagens dos alunos montando o tubofone e verificando o comprimento dos seus tubos



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A atividade prática iniciou-se com a conferência das medidas dos tubos de PVC de 40 mm de diâmetro. Munidos de réguas, os estudantes verificaram o comprimento de cada tubo e organizaram as peças com o auxílio de conexões de PVC, conforme a estrutura prevista para o instrumento de mesa. Após a montagem, foram observadas as frequências sonoras produzidas pelos tubos com o auxílio do afinador digital utilizado na pesquisa. Os tubos possibilitaram a execução aproximada das notas previstas para a escala de Dó Maior, e os dados registrados foram utilizados para comparar os comprimentos medidos e as frequências observadas.

A partir dos registros produzidos, foram realizadas comparações e cálculos envolvendo razões entre os comprimentos dos tubos e as frequências correspondentes. Os dados

obtidos serviram de base para a discussão das relações entre os valores observados experimentalmente e os modelos matemáticos explorados nas etapas anteriores da sequência didática. Nesse contexto, também foram abordados aspectos relacionados à utilização de modelos matemáticos na interpretação de fenômenos físicos, destacando-se que os valores observados em uma situação experimental podem apresentar variações em relação a modelos idealizados.

Durante a atividade, discutiu-se que a relação entre o comprimento dos tubos e a frequência sonora produzida não depende exclusivamente de uma relação matemática simples entre essas duas grandezas, podendo ser influenciada por características físicas e construtivas do instrumento, como o diâmetro dos tubos e os efeitos associados à propagação do som em suas extremidades. Dessa forma, a atividade buscou ampliar a investigação para além da aplicação direta de fórmulas, possibilitando a comparação entre os dados observados experimentalmente e as relações matemáticas utilizadas como referência.

O encerramento da etapa ocorreu após a organização dos registros e a discussão das relações observadas entre o comprimento dos tubos e as frequências sonoras produzidas. Concluída a montagem e a análise dos dados, a sequência didática avançou para a etapa de sistematização dos conceitos trabalhados ao longo da intervenção.

ETAPA 6

A sexta etapa da intervenção foi destinada à socialização das paródias musicais produzidas pelos estudantes. Para essa atividade, a turma foi organizada em grupos, e a elaboração das paródias foi proposta como atividade extraclasse ao longo do período de desenvolvimento da sequência didática, possibilitando que os participantes organizassem coletivamente as ideias e definissem a estrutura das composições. As letras das paródias elaboradas pelos estudantes encontram-se apresentadas no Apêndice F deste trabalho.

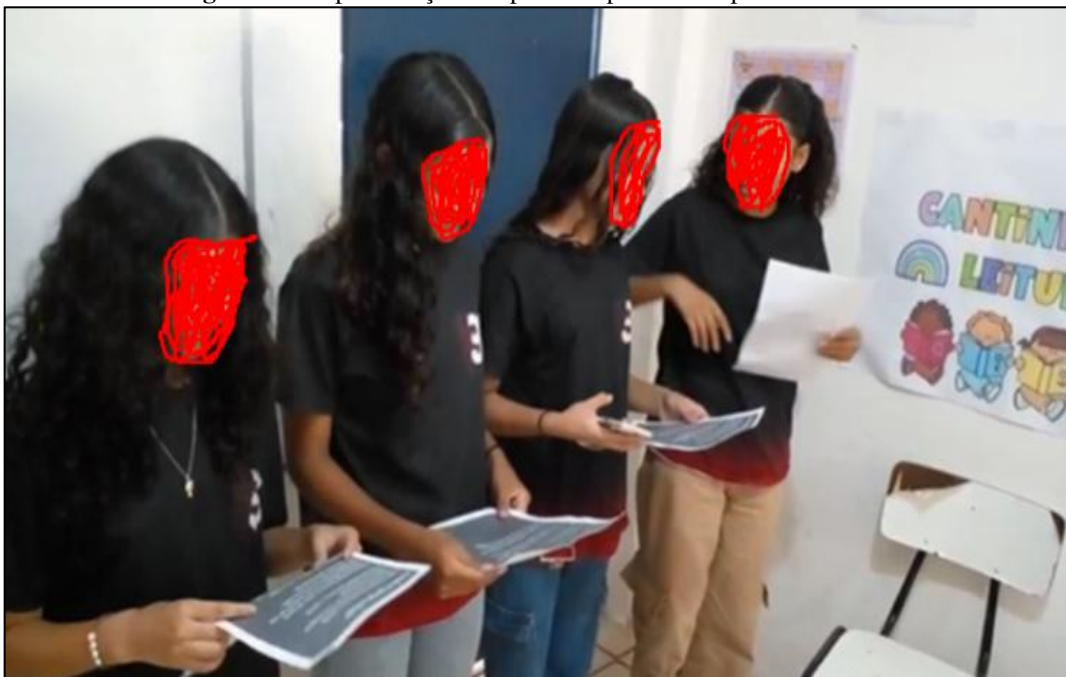
A proposta consistiu na elaboração de letras que abordassem conceitos matemáticos trabalhados durante a intervenção, especialmente razão, proporção, proporcionalidade direta e proporcionalidade inversa. Os grupos receberam orientações para utilizar exemplos, definições ou situações relacionadas aos conteúdos estudados, podendo estabelecer conexões com os instrumentos musicais explorados durante as atividades ou com outros contextos.

A elaboração das paródias teve como finalidade promover a retomada e a sistematização dos conteúdos desenvolvidos ao longo da sequência didática, possibilitando aos estudantes reorganizar e expressar, por meio da linguagem musical, os conceitos abordados

durante a intervenção. Na apresentação, cada grupo executou sua composição para os demais colegas e apresentou a produção elaborada coletivamente.

Após as apresentações, realizou-se uma discussão coletiva mediada pelo professor. Nesse momento, foram retomadas as atividades desenvolvidas com o violão, o teclado e o tubofone, estabelecendo-se relações entre os fenômenos explorados e os conceitos matemáticos abordados ao longo da sequência didática. A discussão também possibilitou revisar os conteúdos de razão, proporção e proporcionalidade antes da aplicação dos instrumentos finais da investigação.

Figura 13 – Apresentação das paródias produzidas pelos estudantes



Fonte - Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Com a realização das apresentações e da discussão coletiva, concluiu-se a etapa de sistematização dos conteúdos desenvolvidos ao longo da intervenção pedagógica. Na sequência, foram aplicados os instrumentos finais previstos para a produção dos dados da pesquisa.

ETAPA 7

A etapa final da sequência didática consistiu na aplicação individual do pós-teste, utilizado como um dos instrumentos de produção de dados da pesquisa. A atividade teve como objetivo verificar os conhecimentos apresentados pelos estudantes após a realização da intervenção pedagógica e produzir registros que pudessem ser analisados em articulação com os dados obtidos no diagnóstico inicial e com as demais fontes consideradas na investigação.

O pós-teste foi elaborado a partir dos conteúdos trabalhados ao longo da sequência didática, contemplando situações envolvendo razão, proporção, grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais. Embora o pré-teste e o pós-teste não fossem compostos por questões idênticas, buscou-se estabelecer correspondência entre os conceitos e as habilidades matemáticas contemplados nos dois instrumentos, respeitando as particularidades de cada momento da investigação. O instrumento final também incorporou situações relacionadas aos contextos musicais explorados durante a intervenção, possibilitando analisar a mobilização dos conceitos matemáticos nas situações trabalhadas ao longo da sequência didática.

As questões propostas contemplaram situações que exigiam a realização de procedimentos matemáticos e a interpretação dos problemas apresentados. Os registros produzidos pelos estudantes foram considerados juntamente com as demais fontes de dados da pesquisa, permitindo examinar os conhecimentos mobilizados na resolução das situações propostas.

Alguns itens retomaram contextos explorados durante a intervenção, incluindo situações relacionadas à frequência sonora e às relações de proporcionalidade investigadas nas atividades desenvolvidas com o violão, o teclado e o tubofone. A utilização desses contextos teve como finalidade manter a articulação entre os conceitos matemáticos abordados e as experiências desenvolvidas ao longo da sequência didática.

Após a aplicação do pós-teste, as respostas foram organizadas e tabuladas para posterior análise. Os dados quantitativos foram sistematizados de forma descritiva, mediante a apresentação de frequências absolutas e relativas, sem finalidade inferencial. Esses dados foram utilizados como apoio à análise qualitativa e interpretados em articulação com as produções escritas dos estudantes, os registros de observação das atividades e os demais instrumentos utilizados durante a intervenção. Com a conclusão dessa etapa, encerrou-se a intervenção pedagógica e iniciou-se a fase de organização e análise dos dados produzidos durante a pesquisa, apresentada no capítulo seguinte.

3.3 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DOS DADOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Os dados produzidos ao longo da investigação foram organizados e analisados considerando a natureza qualitativa do estudo e as diferentes fontes de evidência utilizadas durante a intervenção pedagógica. O conjunto de dados compreendeu as produções escritas dos estudantes, os registros de observação e de campo, as respostas aos instrumentos de verificação

da aprendizagem aplicados durante as oficinas, o pré-teste, o pós-teste e o questionário de percepção.

Os dados quantitativos provenientes das questões objetivas do pré-teste e do pós-teste foram tratados de forma descritiva, mediante a apresentação de frequências absolutas e relativas. Esses resultados não foram utilizados para fins de inferência estatística ou generalização, mas como elementos de apoio à análise qualitativa, sendo interpretados em articulação com as demais fontes de dados produzidas ao longo da investigação.

Para sistematizar a análise das produções escritas, adotaram-se categorias de análise a priori, isto é, estabelecidas antes do exame das respostas dos estudantes. Conforme Bardin (2016), a categorização pode partir de um sistema previamente definido, orientado pelos objetivos da investigação e pelos pressupostos teóricos relacionados ao objeto analisado. Nesta pesquisa, as categorias foram construídas com base nos objetivos de cada instrumento, nos conceitos matemáticos contemplados nas questões e nos procedimentos esperados para sua resolução. Sua operacionalização considerou três aspectos principais: a adequação conceitual, relacionada à compreensão de razão, proporção e proporcionalidade; a coerência procedimental, referente aos cálculos, às representações e às estratégias utilizadas; e a adequação interpretativa, relacionada à compreensão da situação proposta e às justificativas apresentadas. Esses aspectos fundamentaram a elaboração das rubricas apresentadas nos Quadros 6 e 7.

As questões discursivas do pré-teste foram analisadas com base em critérios previamente definidos, com o objetivo de tornar mais sistemática a classificação das respostas apresentadas pelos estudantes. Para cada questão, as produções foram classificadas em três categorias: resposta adequada, resposta parcialmente adequada e resposta inadequada, considerando a compreensão conceitual demonstrada, a coerência do raciocínio empregado e a adequação da resposta à situação proposta. Os critérios utilizados são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6: Rubrica de análise das questões discursivas do pré-teste

Questão	Resposta adequada	Resposta parcialmente adequada	Resposta inadequada
Questão 5: Diferença entre proporcionalidade direta e inversa	Explica corretamente a diferença entre grandezas diretamente e inversamente proporcionais e apresenta um exemplo correto para cada situação.	Explica corretamente apenas um dos conceitos ou apresenta exemplos parcialmente corretos, demonstrando compreensão incompleta.	Confunde os conceitos, apresenta exemplos incorretos ou não responde à questão.
Questão 6: Razão e proporcionalidade	Identifica corretamente a razão entre farinha e açúcar (2:1) e determina	Acerta apenas um dos itens ou apresenta pequenos erros de	Não identifica corretamente a razão, realiza cálculos

em receita de um bolo.	corretamente a quantidade de açúcar necessária (3 xícaras), utilizando raciocínio proporcional.	cálculo, mantendo parcialmente o raciocínio proporcional.	incompatíveis com a situação proposta ou deixa a questão em branco.
Questão 7: Conhecimentos prévios sobre Matemática e Música	Estabelece uma relação coerente entre Matemática e Música, mencionando elementos como frequência sonora, ritmo, medidas, notas musicais, padrões ou outro aspecto pertinente, ainda que de forma simples.	Apresenta uma ideia relacionada ao tema, porém superficial, incompleta ou pouco articulada.	Não identifica qualquer relação entre Matemática e Música, apresenta resposta incompatível com a pergunta ou deixa a questão sem resposta.

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A utilização da rubrica permitiu estabelecer critérios comuns para a análise das respostas discursivas, reduzindo a dependência de julgamentos exclusivamente impressionistas durante a interpretação das produções. As categorias foram utilizadas como recurso de organização analítica, sem atribuição de escores ou finalidade de tratamento estatístico inferencial. A classificação das respostas possibilitou identificar diferentes formas de compreensão dos conceitos investigados e subsidiou a análise qualitativa apresentada no capítulo de resultados.

Além das questões discursivas do pré-teste, as produções escritas elaboradas pelos estudantes nos questionários de fixação aplicados durante as oficinas também foram examinadas conforme a mesma lógica de categorização a priori, com critérios ajustados à natureza das atividades propostas. Esses instrumentos continham situações relacionadas aos conceitos matemáticos explorados nas atividades práticas, permitindo analisar a adequação conceitual das respostas, a coerência dos procedimentos de resolução, as justificativas apresentadas e a interpretação das relações entre as grandezas envolvidas.

Para a análise dessas produções, as respostas foram classificadas em quatro categorias: resposta adequada, resposta parcialmente adequada, resposta inadequada e resposta em branco ou sem resolução. A classificação considerou a coerência dos procedimentos matemáticos empregados, a compreensão dos conceitos mobilizados e a interpretação da situação proposta, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7: Rubrica de Correção dos Questionários de fixação.

Categoria	Critérios de análise
Resposta adequada	Resolve corretamente a situação proposta, utilizando de forma coerente os conceitos matemáticos trabalhados, apresentando cálculos consistentes, justificativas compatíveis e interpretação adequada das relações entre as grandezas envolvidas.
Resposta parcialmente adequada	Demonstra compreensão dos conceitos centrais, porém apresenta pequenos equívocos de cálculo, representação, arredondamento ou justificativa, sem comprometer completamente o raciocínio desenvolvido.
Resposta inadequada	Apresenta erros conceituais ou procedimentais que comprometem a resolução da atividade, utiliza relações matemáticas incompatíveis com o problema ou interpreta incorretamente as grandezas envolvidas.

Resposta em branco ou sem resolução	Não apresenta resolução ou registra informações insuficientes para possibilitar a análise da estratégia utilizada.
--	--

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A aplicação desses critérios possibilitou organizar as respostas produzidas nos questionários de fixação e identificar diferentes formas de mobilização dos conceitos matemáticos trabalhados durante as oficinas. A classificação não teve finalidade de atribuição de nota ou de realização de inferência estatística, mas constituiu um procedimento de organização analítica das produções, permitindo examinar tanto as respostas consideradas adequadas quanto aquelas que apresentaram dificuldades conceituais, procedimentais ou interpretativas.

As paródias elaboradas pelos estudantes também constituíram uma fonte de dados da investigação e foram analisadas a partir de critérios relacionados à presença e à adequação dos conceitos matemáticos abordados, à contextualização dos conteúdos e às relações estabelecidas entre Matemática e Música. Para sistematizar essa análise, as produções foram classificadas em três categorias: adequada, parcialmente adequada e inadequada, conforme os critérios apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Rubrica de análise das paródias

Categoria	Crítérios de análise
Adequada	A paródia apresenta corretamente dois ou mais conceitos matemáticos (razão, proporção, proporcionalidade direta ou proporcionalidade inversa), estabelece relações coerentes entre Matemática e Música e contextualiza adequadamente os conteúdos trabalhados durante a intervenção.
Parcialmente adequada	A paródia apresenta pelo menos um conceito matemático corretamente, porém contém pequenas imprecisões conceituais, limitações na contextualização ou relações incompletas entre os conteúdos matemáticos e musicais.
Inadequada	A paródia apresenta conceitos matemáticos incorretos ou não estabelece relações coerentes entre Música e Matemática, não contemplando os objetivos propostos para a atividade.

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A utilização dessa rubrica permitiu analisar as paródias como produções elaboradas no contexto da intervenção pedagógica, considerando não apenas a presença de termos matemáticos nas letras, mas também a adequação conceitual e a forma como os conteúdos trabalhados foram articulados ao contexto musical. A classificação das produções foi utilizada como procedimento de organização da análise, sendo posteriormente considerada em articulação com as demais fontes de dados da investigação.

4 RESULTADOS, DESCRIÇÕES E ANÁLISE

4.1 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO PROPORCIONAL

A análise dos dados produzidos durante a aplicação da sequência didática buscou compreender como os estudantes mobilizaram conceitos relacionados à razão, à proporção e às relações de proporcionalidade ao longo da intervenção pedagógica. Para isso, foram consideradas diferentes fontes de dados, incluindo as produções escritas dos estudantes, os registros de observação e de campo, os instrumentos de verificação da aprendizagem aplicados durante as oficinas, o pré-teste e o pós-teste. A análise dessas fontes foi realizada de forma articulada, buscando estabelecer relações entre os registros produzidos nos diferentes momentos da investigação.

O diagnóstico inicial possibilitou identificar dificuldades relacionadas à interpretação de situações-problema e à compreensão de relações de proporcionalidade, especialmente em situações envolvendo grandezas inversamente proporcionais. Ao longo da intervenção, os estudantes participaram de atividades que articularam conceitos matemáticos e fenômenos musicais, produzindo registros que permitiram analisar as estratégias utilizadas, os procedimentos desenvolvidos e as formas de mobilização dos conceitos abordados nas diferentes situações propostas.

Nas subseções a seguir, os dados produzidos nos diferentes momentos da investigação são apresentados e analisados à luz dos referenciais teóricos discutidos no Capítulo 2. A análise considera os resultados do diagnóstico inicial, as produções desenvolvidas nas atividades com o violão, o teclado e o tubofone, as paródias elaboradas pelos estudantes e os resultados obtidos nos instrumentos aplicados ao longo e ao final da intervenção, buscando identificar aproximações, dificuldades e mudanças nas formas de mobilização dos conceitos de razão e proporcionalidade.

A análise interpretativa foi conduzida segundo a orientação qualitativa apresentada por Lüdke e André (1986) e apoiada nas categorias de análise a priori fundamentadas em Bardin (2016). O percurso analítico compreendeu, inicialmente, a organização dos dados conforme os instrumentos e os momentos da intervenção; em seguida, a sistematização descritiva dos resultados das questões objetivas e a classificação das produções escritas segundo as rubricas estabelecidas; posteriormente, a comparação entre as respostas, os procedimentos de resolução, as justificativas e os registros de observação produzidos no diagnóstico, nas oficinas e na avaliação final; e, por fim, a interpretação das aproximações, dificuldades e mudanças identificadas em relação aos objetivos da pesquisa. Desse modo, os percentuais e as

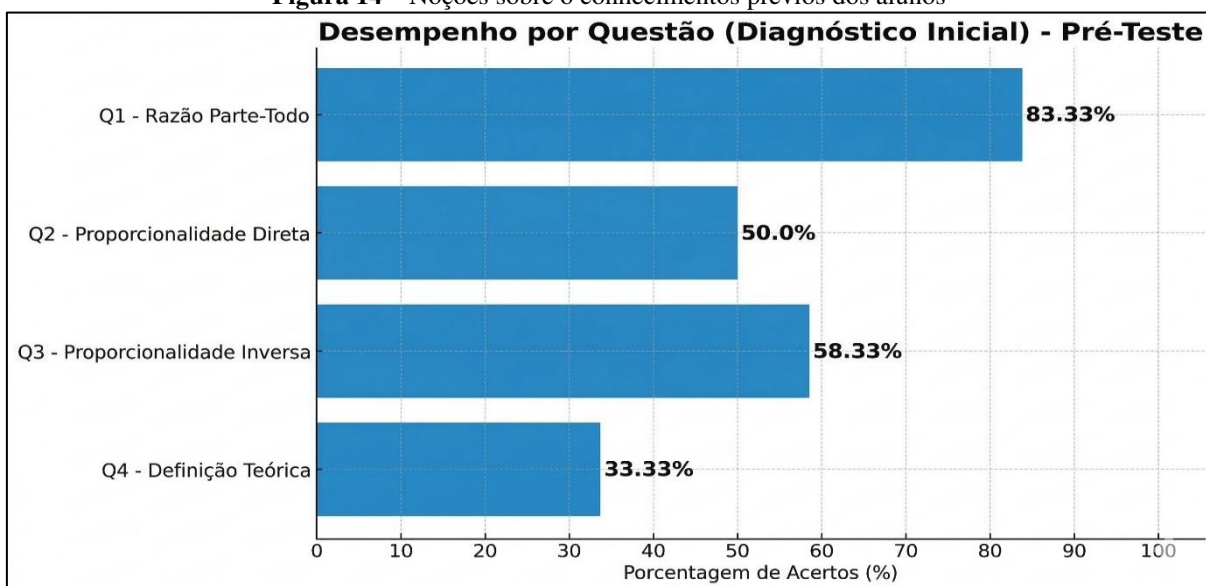
classificações das respostas não foram considerados isoladamente, mas relacionados às estratégias empregadas pelos estudantes e às situações vivenciadas durante a intervenção.

Os referenciais teóricos foram mobilizados conforme a natureza das evidências analisadas. As contribuições de Vergnaud (1996) orientaram a interpretação das formas de mobilização dos conceitos de razão e proporcionalidade em diferentes situações e representações; Imenes e Lellis (2010) subsidiaram a discussão das relações entre domínio procedimental e compreensão conceitual; Vigotski (1998) fundamentou a análise das interações, da mediação e da utilização dos instrumentos musicais como recursos culturais; Fazenda (2002) e D'Ambrósio (2001) contribuíram para interpretar a articulação interdisciplinar e a contextualização dos conhecimentos; e Abdounur (2003) forneceu subsídios para a compreensão das relações matemáticas presentes nos fenômenos musicais. Esses referenciais foram utilizados como lentes interpretativas para relacionar os dados empíricos aos conceitos discutidos no Capítulo 2.

4.1.1 Dimensão Procedimental e Verificação das dificuldades

Antes do início da intervenção pedagógica, aplicou-se um pré-teste com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios e as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação aos conceitos de razão, proporção e relações de proporcionalidade. Os resultados das questões objetivas foram analisados de forma descritiva, considerando-se as frequências absolutas e relativas de acertos, enquanto as respostas às questões discursivas foram examinadas com base nos critérios de análise estabelecidos para o instrumento.

De modo geral, os dados do diagnóstico inicial indicaram diferenças entre o desempenho dos estudantes em situações que envolviam relações mais explícitas entre quantidades e aquelas que exigiam a identificação, a interpretação ou a explicação de relações de proporcionalidade. A Figura 14 apresenta uma síntese dos resultados obtidos nas questões objetivas do pré-teste.

Figura 14 – Noções sobre o conhecimentos prévios dos alunos

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Os índices de acerto obtidos nas questões objetivas evidenciaram diferenças entre o desempenho dos estudantes em situações que envolviam procedimentos aritméticos básicos e aquelas que exigiam maior compreensão conceitual das relações de proporcionalidade. Os resultados observados são apresentados a seguir.

Questão 1 – Razão parte-todo: 83,33% (10/12)

Enunciado: “Em uma turma de 35 alunos, 15 são meninas e 20 são meninos. A razão que representa o número de meninas em relação ao número total de alunos da turma é...”

A questão apresentou o maior percentual de acertos entre os itens objetivos do pré-teste, com 10 dos 12 estudantes assinalando a resposta esperada. O resultado indica que a maioria dos participantes conseguiu identificar a razão solicitada em uma situação na qual as quantidades envolvidas estavam explicitamente apresentadas no enunciado.

Questão 2 – Proporcionalidade direta: 50,00% (6/12)

Enunciado: “Um carro percorre uma distância de 360 km em 4 horas, mantendo uma velocidade constante. Mantendo a mesma velocidade, quanto tempo será necessário para percorrer 540 km?”

Nessa questão, 6 dos 12 estudantes apresentaram a resposta esperada. A redução no número de acertos, em comparação com a questão anterior, indica maior dificuldade na resolução de uma situação que exigia estabelecer uma relação proporcional entre distância e tempo, considerando a manutenção da velocidade. As respostas produzidas evidenciaram que parte dos estudantes não conseguiu mobilizar adequadamente a relação entre as grandezas envolvidas.

Questão 3 – Proporcionalidade inversa: 58,33% (7/12)

Enunciado: “Para construir um muro, 4 pedreiros trabalhando juntos levam 15 dias. Se a obra precisar ser concluída em apenas 10 dias, quantos pedreiros (com a mesma produtividade) seriam necessários no total ?”

Nessa questão, 7 dos 12 estudantes apresentaram a resposta esperada. Entre as respostas inadequadas, foram identificados procedimentos que tratavam as grandezas envolvidas como se variassem diretamente, indicando dificuldades na identificação da relação inversa entre o número de trabalhadores e o tempo necessário para a realização da tarefa, nas condições estabelecidas pelo problema.

Questão 4 – Definição de grandezas inversamente proporcionais: 33,33% (4/12)

Enunciado: “Duas grandezas X e Y são classificadas como inversamente proporcionais se...”

A questão apresentou o menor percentual de acertos entre os itens objetivos do pré-teste, com 4 dos 12 estudantes assinalando a resposta esperada. Esse resultado indica dificuldade na identificação da definição formal de grandezas inversamente proporcionais e, quando analisado em conjunto com a questão anterior, evidencia que a proporcionalidade inversa constituía um dos aspectos de maior dificuldade no diagnóstico inicial.

A diferença entre os percentuais das quatro questões pode ser interpretada à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), segundo a qual um conceito adquire significado por meio de sua mobilização em diferentes situações. O desempenho na Questão 1 sugere que a maioria dos estudantes conseguiu acionar um esquema de comparação entre quantidades explicitamente apresentadas em uma situação de razão parte-todo. Entretanto, a redução dos acertos nas Questões 2, 3 e 4 indica que esse esquema não foi prontamente adaptado às situações que exigiam compreender a variação entre grandezas. Particularmente na Questão 3, o tratamento da relação inversa como se fosse direta evidencia a utilização de um esquema baseado na variação das grandezas no mesmo sentido, inadequado à situação proposta.

Dimensão conceitual e interdisciplinar

As respostas às questões discursivas complementaram os dados quantitativos obtidos no pré-teste, permitindo observar aspectos relacionados à compreensão conceitual dos estudantes.

Questões 5 e 6 – Definições e situações envolvendo receitas

Na Questão 5, 41,67% (5/12) dos estudantes apresentaram respostas classificadas como adequadas, enquanto as demais foram classificadas como parcialmente adequadas ou inadequadas, evidenciando dificuldades na distinção entre proporcionalidade direta e inversa.

Ao serem solicitados a explicar a diferença entre essas relações, observaram-se respostas associadas a exemplos práticos, mas, em diversos casos, as justificativas não explicitavam adequadamente as relações matemáticas envolvidas.

Na Questão 6, 50,00% (6/12) dos estudantes apresentaram respostas classificadas como adequadas, enquanto os demais apresentaram respostas parcialmente adequadas ou inadequadas na aplicação do raciocínio proporcional à situação envolvendo a adaptação de uma receita. Entre as respostas analisadas, observaram-se procedimentos de cálculo que, em alguns casos, não foram acompanhados da explicitação da relação proporcional utilizada.

As respostas discursivas reforçam a diferença entre a execução de procedimentos e a explicitação das relações matemáticas envolvidas. Na perspectiva de Vergnaud (1996), a construção conceitual envolve a articulação entre as situações enfrentadas, os esquemas de ação mobilizados e suas diferentes formas de representação. Assim, os casos em que os estudantes realizaram parte dos cálculos, mas não conseguiram justificar a relação proporcional empregada, indicam que determinados procedimentos estavam disponíveis, embora sua representação e sua formalização conceitual ainda se mostrassem incompletas.

Questão 7 – Relações entre Matemática e Música

Enunciado: “Você consegue identificar alguma forma de relação entre o mundo dos números (ou das medições) e o mundo do som ou da música? Cite um exemplo.”

Na Questão 7, nenhum estudante apresentou resposta classificada como adequada segundo os critérios estabelecidos na rubrica, predominando respostas inadequadas. Os registros produzidos indicaram dificuldades em estabelecer conexões consistentes entre conceitos matemáticos e fenômenos musicais. As respostas apresentadas não explicitaram adequadamente relações envolvendo grandezas, medições, frequências, proporções ou outros conceitos matemáticos aplicados aos fenômenos sonoros, indicando que, naquele momento da investigação, essas relações ainda não integravam de forma consistente o repertório conceitual dos participantes.

A ausência de respostas adequadas na Questão 7 também pode ser interpretada teoricamente. Embora Abdounur (2003) evidencie que frequências, intervalos e outros fenômenos musicais podem ser descritos por meio de relações matemáticas, os estudantes ainda não mobilizavam essas conexões em suas respostas. Sob a perspectiva de Fazenda (2002), a interdisciplinaridade pressupõe a construção de relações entre os conhecimentos, e não apenas a presença simultânea de conteúdos de áreas distintas. Desse modo, os resultados indicam que, no diagnóstico inicial, Música e Matemática ainda eram percebidas pelos participantes como

campos pouco articulados, constituindo um ponto de referência para a análise das atividades posteriores.

Em conjunto, os resultados indicam que as dificuldades de interpretação, generalização e formalização conceitual estavam relacionadas à mobilização de esquemas distintos diante das situações apresentadas. A dificuldade interpretativa manifestou-se nas Questões 2 e 3, que exigiam reconhecer o comportamento das grandezas; a dificuldade de generalização foi evidenciada pelo fato de o bom desempenho na razão parte-todo não se repetir nas situações de proporcionalidade direta e inversa; e a dificuldade de formalização apareceu na Questão 4 e nas justificativas das Questões 5 e 6. À luz de Vergnaud (1996), esses resultados sugerem que os estudantes mobilizavam esquemas localizados, ainda não suficientemente estáveis para serem adaptados e representados em diferentes classes de situações envolvendo proporcionalidade.

De modo semelhante, os resultados encontrados dialogam com as observações de Imenes e Lellis (2010), ao evidenciarem que o domínio operacional nem sempre é acompanhado pela compreensão das relações matemáticas envolvidas. Nesse contexto, as dificuldades identificadas no diagnóstico inicial forneceram elementos importantes para a organização das atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática, especialmente aquelas que buscaram articular conceitos matemáticos e fenômenos sonoros por meio do violão, do teclado e do tubofone.

4.1.2 Oficina 1 - Etapa da Proporcionalidade Inversa (Violão)

Após o diagnóstico inicial, a análise avançou para a etapa de intervenção realizada com o violão, cujo objetivo consistiu em investigar como os estudantes mobilizavam conceitos relacionados à proporcionalidade inversa em situações associadas à produção sonora. Enquanto os resultados do pré-teste evidenciaram dificuldades na identificação e formalização desse tipo de relação, os registros produzidos durante as atividades com o instrumento forneceram elementos para analisar como os participantes passaram a interpretar a relação entre comprimento da corda e frequência sonora.

Ao serem questionados sobre o comportamento das grandezas envolvidas, observou-se que a maioria dos estudantes identificou que a redução do comprimento da corda estava associada ao aumento da frequência produzida. Os dados obtidos por meio do afinador digital permitiram visualizar essa variação numericamente, possibilitando que os participantes relacionassem as modificações observadas no instrumento aos valores apresentados pelo

aplicativo. Nesse contexto, o violão constituiu um ambiente de investigação em que conceitos matemáticos puderam ser analisados a partir de um fenômeno físico observável.

Essa evidência pode ser compreendida à luz de Vigotski (1998), uma vez que o violão e o afinador digital atuaram como recursos mediadores entre a percepção sonora e a representação numérica do fenômeno. A visualização simultânea da alteração do comprimento da corda, do som produzido e do valor da frequência possibilitou aos estudantes estabelecer relações entre diferentes formas de representação. Essa articulação também encontra respaldo em Abdounur (2003), ao evidenciar que as relações entre comprimentos, frequências e intervalos sonoros podem ser descritas matematicamente por meio de razões.

A partir das observações realizadas durante a atividade prática, a sequência didática avançou para situações que exigiam a utilização de procedimentos matemáticos para descrever as relações identificadas experimentalmente. A constatação de que comprimentos menores estavam associados a frequências mais elevadas serviu de referência para a resolução de problemas envolvendo proporcionalidade inversa. Dessa forma, os estudantes foram convidados a relacionar a experiência prática à representação matemática do fenômeno, mobilizando conceitos de razão, proporção e produto constante.

No Problema 1, os estudantes foram desafiados a determinar a nova frequência produzida pela corda Mi ao reduzir seu comprimento vibrante de 65 cm para 32,5 cm. A atividade buscou analisar como os estudantes utilizavam as relações observadas durante a experimentação para resolver uma situação envolvendo proporcionalidade inversa. Considerando a frequência inicial de 82,4 Hz, esperava-se que os participantes identificassem que a redução do comprimento pela metade estava associada, no modelo utilizado, ao dobro da frequência, resultando em 164,8 Hz.

Um exemplo desse processo pode ser observado na Figura 15, que apresenta a resolução elaborada pelo Estudante 1 durante a atividade de fixação. O registro mostra a organização das variáveis envolvidas e a aplicação da relação de proporcionalidade inversa para determinar a nova frequência. Ao calcular o produto entre 65 cm e 82,4 Hz e dividir o resultado pelo novo comprimento vibrante da corda, o estudante obteve 164,8 Hz.

A produção escrita indica que o estudante conseguiu articular os dados associados ao comprimento e à frequência sonora com a representação matemática da situação investigada. Considerada em conjunto com os registros produzidos durante a atividade prática, essa resolução fornece indícios da mobilização da proporcionalidade inversa na interpretação do fenômeno explorado com o violão.

Na perspectiva de Vergnaud (1996), a resposta do Estudante 1 indica a mobilização de um esquema de resolução adequado à situação, pois o participante relacionou os dados do contexto experimental à representação matemática baseada no produto constante. A evidência não se restringe à obtenção do resultado correto, mas inclui a organização das grandezas e a escolha de um procedimento compatível com a relação inversa investigada.

Após a resolução do problema, os estudantes puderam comparar os resultados obtidos com os valores observados diretamente no violão por meio do afinador digital. Essa etapa permitiu relacionar os cálculos desenvolvidos em sala aos dados produzidos durante a experimentação, ampliando as possibilidades de análise das relações entre comprimento da corda e frequência sonora.

Figura 15 – Imagem da resolução do problema 1 feito pelo estudante 1

Handwritten work for Problem 1:

$$C_1 = 65,5$$

$$C_2 = 32,5$$

$$82,4$$

• Use a regra da Proporcionalidade Inversa para calcular a nova frequência dessa nota (Mi3).

$$C_1 \cdot F_1 = C_2 \cdot F_2$$

$$65,5 \cdot 82,4 = 32,5 \cdot F_2$$

$$32,5 \cdot F_2 = 65,5 \cdot 82,4$$

$$32,5 \cdot F_2 = 5356$$

$$F_2 = 164,8$$

Problema 2: A Quinta Justa (Razão 3:2)

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

A progressão didática avançou para o Problema 2, intitulado "**A Quinta Justa (Razão 3:2)**", cujo enunciado propunha: "*A Quinta Justa é um intervalo musical consonante que tem uma razão de frequência de $\frac{3}{2}$. Isso significa que a frequência da segunda nota é 1,5 vezes maior que a primeira. Qual deve ser a razão C_1/C_2 entre os comprimentos das cordas que produzem essas notas? Se a corda do Dó tem 60 cm, qual deve ser o comprimento da corda do Sol para manter a proporção?*"

A atividade buscou investigar como os estudantes mobilizavam os conhecimentos explorados na situação anterior diante de uma razão diferente daquela observada na oitava. Diferentemente da relação 2:1 anteriormente analisada, a quinta justa envolvia a razão 3:2 entre as frequências, exigindo dos participantes a interpretação dessa relação no contexto da proporcionalidade inversa entre frequência e comprimento vibrante da corda.

A produção escrita do Estudante 2 (Figura 16) fornece indícios de como essa relação foi mobilizada durante a resolução da atividade. Considerando que, nas condições adotadas para a atividade, a frequência varia inversamente com o comprimento vibrante da corda, a razão 3:2 entre as frequências corresponde à razão inversa entre os comprimentos. Ao ser

questionado sobre a razão C_1/C_2 e utilizou essa razão como referência para determinar o comprimento desconhecido. O procedimento indica que o estudante conseguiu relacionar a razão numérica apresentada no problema à relação inversa entre as grandezas investigadas.

Figura 16 – Imagem da resolução do problema 2 feito pelo estudante 2

• Qual deve ser a razão $\frac{C_1}{C_2}$ entre os comprimentos das cordas que produzem essas notas?

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{2};$$

• Se a corda do Dó tem 60 cm, qual deve ser o comprimento da corda do Sol para manter a proporção?

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{60}{C_2} = \frac{3}{2} \Rightarrow 3C_2 = 120 \Rightarrow C_2 = \frac{120}{3} \Rightarrow C_2 = 40$$

Problema 3: Redução no Comprimento (Aplicação Direta)

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Analisando a resolução, o estudante 2 aplica essa razão ao valor real proposto no enunciado: “Se a corda de Dó possui 60 cm, qual deve ser o comprimento da corda de Sol para manter a proporção?” O registro mostra que o estudante 2 organizou a equação de proporcionalidade $\frac{60}{C_2} = \frac{3}{2}$, realizando a multiplicação cruzada para obter $3C_2 = 120$ e, por fim, isolando a variável para encontrar $C_2 = 40$ cm. Assim como observado no caso do estudante 1, o estudante 2 utilizou o cálculo para determinar o ajuste necessário no comprimento da corda, relacionando a razão matemática proposta no problema às características físicas envolvidas na produção da Quinta Justa.

A resolução do Estudante 2 também pode ser interpretada a partir de Vergnaud (1996). A passagem da relação 2:1, explorada anteriormente, para a razão 3:2 da Quinta Justa constituiu uma nova situação dentro do mesmo campo conceitual. Ao reconhecer a necessidade de inverter a razão entre as frequências para determinar os comprimentos, o estudante demonstrou adaptar o esquema de proporcionalidade inversa às condições específicas do problema, e não apenas reproduzir o cálculo realizado na atividade anterior.

A sequência de atividades prosseguiu com o Problema 3, que apresentava a seguinte situação: “Um músico pressiona a corda do violão de forma que o comprimento vibrante seja reduzido para $4/5$ do seu tamanho original. O que acontecerá com a frequência do som em termos de razão? Se a frequência original era 200 Hz, qual será a nova frequência?” Diferentemente dos exercícios anteriores, essa questão exigia que os estudantes aplicassem a relação de proporcionalidade inversa em uma situação que não estava diretamente associada a intervalos musicais específicos, demandando maior atenção às relações matemáticas envolvidas.

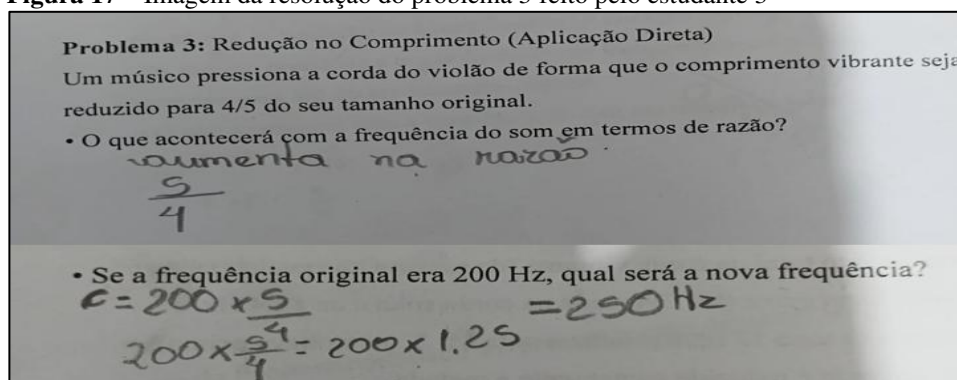
Os registros produzidos pelos estudantes indicaram que 75% (9/12) da turma aplicou corretamente a relação inversa entre comprimento e frequência ao resolver o problema proposto. Para obter a resposta esperada, era necessário reconhecer que a redução do comprimento para $4/5$ implicava a multiplicação da frequência pelo inverso dessa razão, ou seja, $5/4$. A obtenção do valor de 250 Hz sugere que esses estudantes conseguiram mobilizar adequadamente a relação entre as grandezas para resolver a situação apresentada.

O Problema 3 apresenta elementos relevantes para a análise do raciocínio proporcional desenvolvido durante a oficina, uma vez que exigiu a aplicação da proporcionalidade inversa em uma situação distinta das trabalhadas anteriormente. A necessidade de inverter a razão associada ao comprimento da corda e utilizá-la no cálculo da nova frequência permitiu observar como os estudantes articulavam os conceitos discutidos ao longo das atividades com o violão.

Indícios desse processo podem ser observados na resolução apresentada pelo estudante 3 (Figura 17). Em seu registro, o estudante identifica explicitamente que a frequência deveria aumentar na razão $5/4$ e utiliza a equivalência decimal 1,25 para realizar os cálculos necessários. O procedimento adotado mostra a utilização de diferentes representações numéricas na resolução do problema, articulando a forma fracionária e a forma decimal da razão apresentada.

A utilização das representações fracionária e decimal constitui outro elemento relevante para a análise. Conforme Vergnaud (1996), a compreensão conceitual envolve a mobilização de diferentes situações e representações. Nesse caso, a equivalência estabelecida entre $5/4$ e 1,25 permitiu ao estudante converter a relação inversa identificada no problema em um fator multiplicativo aplicável ao cálculo da nova frequência, evidenciando a articulação entre representação, procedimento e interpretação.

Figura 17 – Imagem da resolução do problema 3 feito pelo estudante 3



Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

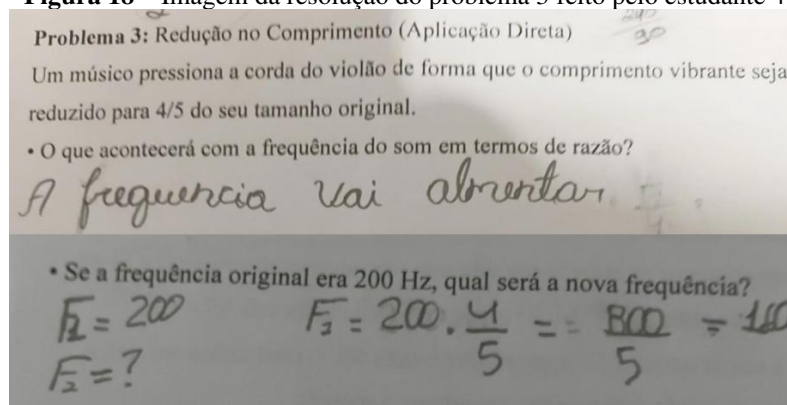
Os resultados observados durante a oficina com o violão sugerem que a utilização de situações envolvendo produção sonora favoreceu a exploração de relações de proporcionalidade inversa em um contexto distinto daqueles tradicionalmente encontrados nos livros didáticos. A comparação entre os registros produzidos no pré-teste e as resoluções apresentadas nos Problemas 1, 2 e 3 permite observar que parte dos estudantes passou a mobilizar conceitos relacionados à proporcionalidade inversa em situações associadas à frequência sonora e ao comprimento das cordas.

Essa observação dialoga com as contribuições de D'Ambrósio (2001), para quem a contextualização por meio de práticas culturais pode ampliar as possibilidades de atribuição de significado aos conceitos matemáticos. De forma semelhante, Freudenthal (1991) destaca a importância de situações próximas à realidade dos estudantes para a construção de conhecimentos matemáticos, enquanto Vergnaud (1996) enfatiza que a compreensão das relações multiplicativas ocorre por meio da mobilização de diferentes situações e representações. Nesse contexto, as atividades desenvolvidas com o violão possibilitaram a articulação entre representações numéricas, observações experimentais e procedimentos matemáticos relacionados à proporcionalidade inversa.

Entretanto, a análise dos casos de insucesso nos Problemas 1, 2 e 3 revelou aspectos igualmente relevantes para a compreensão dos resultados obtidos. Em diversos registros observou-se que os estudantes identificavam corretamente a relação de proporcionalidade envolvida na situação, mas apresentavam dificuldades durante a execução dos procedimentos aritméticos necessários para chegar à resposta final.

No Problema 3, por exemplo, alguns estudantes indicaram corretamente que a frequência deveria aumentar quando o comprimento da corda fosse reduzido, mas encontraram dificuldades ao manipular frações ou efetuar os cálculos exigidos pela atividade. Esses registros sugerem que, em determinados casos, as dificuldades remanescentes estavam mais associadas à execução de procedimentos operatórios do que à identificação da relação matemática envolvida.

Conforme se observa na Figura 18, o registro do estudante 4 ilustra essa situação. Embora o estudante tenha reconhecido a necessidade de inverter a razão para resolver o problema, dificuldades relacionadas à manipulação aritmética impediram a obtenção do resultado esperado. Esse tipo de ocorrência evidencia a importância de considerar, além da compreensão conceitual, os conhecimentos operatórios necessários para a resolução de problemas envolvendo razões e proporções.

Figura 18 – Imagem da resolução do problema 3 feito pelo estudante 4

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

O registro do Estudante 4 evidencia que a identificação da relação conceitual e a execução dos procedimentos aritméticos constituem dimensões relacionadas, mas não necessariamente desenvolvidas no mesmo nível. Esse resultado dialoga com Imenes e Lellis (2010), ao demonstrarem que a compreensão da relação matemática pode não ser acompanhada pelo domínio das operações necessárias à resolução. Sob a perspectiva de Vergnaud (1996), o estudante mobilizou um esquema inicialmente pertinente ao reconhecer a inversão da razão, mas encontrou dificuldades em sua execução. Por isso, o erro no resultado final não deve ser interpretado como ausência completa de compreensão da proporcionalidade inversa.

4.1.3 Oficina 2 - Etapa da Proporcionalidade Direta (Acordes/Teclado)

A análise prosseguiu com as atividades desenvolvidas no teclado musical, voltadas à exploração das relações de proporcionalidade direta presentes na construção dos acordes. Enquanto as atividades realizadas com o violão enfatizaram a relação inversa entre comprimento e frequência, a utilização do teclado permitiu investigar situações em que as frequências das notas mantinham razões constantes associadas à formação de intervalos e acordes musicais.

Nessa etapa, a investigação teve início com a comparação entre o acorde de Dó Maior e o acorde de Dó Sustenido Diminuto. Antes da realização dos cálculos, os estudantes foram convidados a descrever suas percepções acerca das sonoridades produzidas pelos dois agrupamentos de notas. De forma recorrente, o acorde de Dó Maior foi associado a uma sonoridade considerada mais estável ou agradável, enquanto o acorde de Dó Diminuto foi descrito pelos estudantes como mais tenso ou menos consonante. Essas observações serviram como ponto de partida para a análise das relações numéricas existentes entre as frequências das notas que compõem cada acorde.

A partir dos valores registrados para as frequências das notas do acorde de Dó Maior (264 Hz, 330 Hz e 396 Hz), os estudantes calcularam as razões existentes entre essas

frequências, obtendo os valores $5/4$ e $3/2$. Em seguida, essas relações foram comparadas às razões obtidas para o agrupamento formado por Dó sustenido, Mi e Sol. Os resultados possibilitaram discutir as diferenças entre os agrupamentos sonoros investigados e analisar como determinadas relações numéricas se manifestam na construção dos acordes. Nesse contexto, o teclado musical constituiu um recurso que permitiu articular percepção auditiva, representação numérica e cálculo matemático durante o desenvolvimento da atividade.

A aplicação das constantes de proporcionalidade associadas à Terça Maior ($5/4$) e à Quinta Justa ($3/2$) permitiu que os estudantes investigassem a construção do acorde de Sol Maior a partir das relações numéricas observadas anteriormente no acorde de Dó Maior. A atividade exigiu que os participantes utilizassem as razões identificadas durante a experimentação para determinar as frequências correspondentes às demais notas do acorde, mobilizando conceitos relacionados à proporcionalidade direta.

Durante a execução da atividade, observou-se que os estudantes recorreram não apenas aos cálculos realizados, mas também à sonoridade produzida pelo instrumento como elemento de comparação dos resultados obtidos. A partir da frequência de 396 Hz adotada como referência para a nota Sol, os cálculos baseados nas razões $5/4$ e $3/2$ resultaram, respectivamente, nos valores de 495 Hz e 594 Hz. Esses valores foram utilizados como aproximações didáticas para a identificação das notas Si e Ré e para a execução do acorde correspondente no teclado. Considerou-se, nessa atividade, que as razões simples utilizadas nos cálculos estão associadas a um modelo de afinação justa, enquanto o teclado empregado opera segundo o sistema de temperamento igual. Dessa forma, a execução no instrumento constituiu uma referência auditiva para a comparação das relações investigadas, e não uma verificação experimental exata dos valores calculados.

Os resultados observados nessa etapa sugerem que a utilização dos acordes musicais constituiu um contexto favorável para a exploração de relações de proporcionalidade direta. À luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), as atividades desenvolvidas exigiram dos estudantes a mobilização de relações entre grandezas e constantes de proporcionalidade, ultrapassando a simples execução de operações aritméticas. Nesse contexto, a construção e a transposição dos acordes permitiram articular procedimentos matemáticos, representações numéricas e observações auditivas durante o desenvolvimento da oficina.

A compreensão das relações de proporcionalidade direta exploradas durante a atividade com o teclado foi analisada por meio de um questionário de fixação, elaborado para investigar como os estudantes utilizavam as constantes identificadas na construção dos

acordes. Diferentemente das atividades desenvolvidas com o violão, nas quais predominavam relações de proporcionalidade inversa, essa etapa exigiu a aplicação de fatores multiplicativos constantes para determinar frequências associadas a novas notas musicais.

No item 1.1 do Problema 1, referente à razão 5:4 associada à Terça Maior, os estudantes foram solicitados a identificar sua representação decimal. A maior parte da turma converteu corretamente a razão para o valor 1,25. Na sequência, o item 1.2 propôs a utilização da frequência da nota Fá (352 Hz) como frequência base (F_1), exigindo a determinação da frequência correspondente à segunda nota do acorde. Os resultados indicaram que 91,67% (11/12) dos estudantes obtiveram a resposta adequada de 440 Hz. Esse desempenho sugere que a maioria dos participantes conseguiu utilizar a razão como fator multiplicativo para determinar novas frequências a partir de um valor inicial.

A investigação prosseguiu com o Problema 2, dedicado à razão 3:2 associada à Quinta Justa. Diferentemente da atividade anterior, o item 2.2 exigia a determinação da frequência base a partir de uma frequência já conhecida. Para resolver a situação proposta, os estudantes precisavam reconhecer que a frequência de 528 Hz correspondia à nota obtida após a aplicação da constante de proporcionalidade, sendo necessário utilizar a operação inversa para encontrar o valor inicial. Os resultados mostraram que 75% (9/12) dos participantes resolveram de forma adequada a questão, identificando posteriormente a frequência de 352 Hz como valor de referência para a construção do acorde.

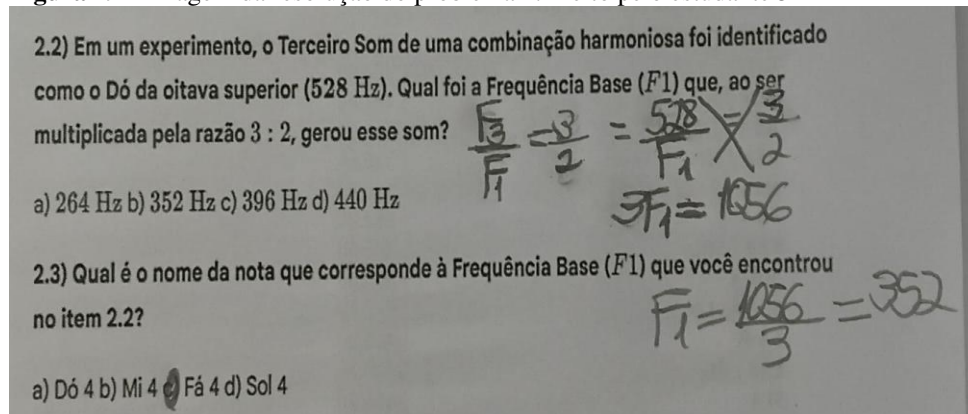
Os resultados observados nos Problemas 1 e 2 indicam que os estudantes conseguiram mobilizar relações de proporcionalidade direta em situações que exigiam tanto a aplicação quanto a inversão das constantes utilizadas na construção dos acordes. A comparação entre os diferentes itens do questionário sugere que as situações que exigiam a determinação de um valor inicial a partir de uma frequência conhecida apresentaram maior grau de dificuldade, demandando dos participantes um nível adicional de interpretação das relações envolvidas.

Entretanto, a análise dos registros produzidos pelos estudantes revelou que dificuldades de natureza operacional continuaram presentes em parte das resoluções. Embora a organização linear das notas no teclado tenha favorecido a identificação das relações entre as frequências, algumas respostas indicaram obstáculos relacionados à manipulação de frações, números decimais e procedimentos algébricos necessários para a resolução das situações propostas.

No Problema 2, por exemplo, os estudantes precisavam resolver a relação $\frac{528}{F_1} = 1,5$ ou, de forma equivalente, $\frac{528}{F_1} = \frac{3}{2}$, para determinar a frequência base. Essa situação exigia não

apenas a compreensão da constante de proporcionalidade utilizada na construção do acorde, mas também a manipulação adequada da equação para isolar a incógnita e obter o resultado esperado.

Figura 19 – Imagem da resolução do problema 2.2 feito pelo estudante 5



Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a).

Ao examinar a Figura 19, observa-se que o estudante aplicou a propriedade fundamental das proporções para determinar o valor da frequência base. O registro apresentado evidencia a organização da relação entre as grandezas envolvidas, culminando na obtenção do valor de 352 Hz para F_1 . Esse procedimento é compatível com a estratégia esperada para a resolução do item 2.2 e foi identificado em 75% (9/12) das respostas analisadas. Os registros produzidos pelos estudantes sugerem que parte significativa da turma conseguiu mobilizar procedimentos algébricos relacionados à manipulação de proporções durante a resolução da atividade.

A análise das resoluções também permitiu observar a interação entre os cálculos realizados e as verificações efetuadas no teclado musical. Em diversas situações, frequências obtidas por meio de procedimentos inadequados resultavam em combinações sonoras distintas daquelas esperadas para os intervalos trabalhados na atividade. Nesse sentido, o instrumento constituiu uma referência adicional para a análise dos resultados produzidos pelos estudantes. À luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), essas situações podem ser interpretadas como momentos em que os participantes mobilizaram e ajustaram seus esquemas de ação diante das exigências impostas pelo problema.

Os resultados observados nesta etapa sugerem que a utilização do teclado musical possibilitou a articulação entre representações numéricas, procedimentos algébricos e percepções auditivas. Em comparação com as dificuldades identificadas no diagnóstico inicial, os registros produzidos durante as atividades fornecem indícios de que parte significativa dos estudantes mobilizou relações de proporcionalidade em contextos associados à construção dos acordes, utilizando as razões e os fatores multiplicativos explorados ao longo da oficina.

A partir da análise das recorrências observadas durante a intervenção, foram identificadas três categorias analíticas relacionadas às atividades desenvolvidas com o teclado musical. Essas categorias foram organizadas com o objetivo de sintetizar aspectos recorrentes observados durante a aplicação da sequência didática.

1. A percepção auditiva como elemento de verificação

Durante as atividades, observou-se que as características sonoras dos acordes constituíram um elemento complementar para a análise dos resultados obtidos pelos estudantes. Em diferentes momentos, combinações de notas incompatíveis com as razões propostas produziram sonoridades distintas daquelas observadas nos acordes investigados, levando os participantes a revisar cálculos e procedimentos. Nesse sentido, a percepção auditiva passou a integrar o processo de verificação das relações matemáticas exploradas na atividade.

2. Mobilização das relações de proporcionalidade direta

Os registros produzidos durante a oficina indicaram que a maioria dos estudantes conseguiu aplicar as constantes de proporcionalidade utilizadas na construção dos acordes musicais. Os resultados obtidos no Problema 1 do questionário, em que 91,67% (11/12) da turma apresentou a resposta esperada, sugerem que as relações de proporcionalidade direta foram mobilizadas com maior frequência durante as atividades desenvolvidas no teclado. A organização visual das notas e a possibilidade de verificar os resultados por meio da execução dos acordes constituíram elementos presentes nesse processo.

3. Utilização da proporcionalidade em diferentes sentidos

As atividades também possibilitaram observar situações em que os estudantes precisaram determinar tanto frequências desconhecidas a partir de valores iniciais quanto frequências de referência a partir de resultados já conhecidos. O Problema 2 ilustra essa situação ao exigir a determinação da frequência base a partir de uma frequência previamente informada. Os registros analisados indicam que parte significativa dos estudantes conseguiu utilizar as relações de proporcionalidade em ambos os sentidos, ainda que persistissem dificuldades operatórias em algumas resoluções.

De modo geral, os resultados observados nesta etapa sugerem que a utilização do teclado musical favoreceu a articulação entre procedimentos matemáticos, representações numéricas e observações auditivas. As atividades permitiram explorar conceitos relacionados à proporcionalidade em um contexto associado à construção dos acordes musicais, ampliando as possibilidades de discussão e análise das relações matemáticas envolvidas. Essa observação dialoga com as contribuições de D'Ambrósio (2001), ao destacar a importância de contextos

culturalmente significativos para a construção de conhecimentos matemáticos, e com Fazenda (2002), ao enfatizar as potencialidades das articulações interdisciplinares no ambiente escolar.

4.1.4 Oficina 3 - Etapa do Tubofone

No quinto momento da intervenção, as atividades concentraram-se na construção e análise do tubofone de mesa. Diferentemente das etapas anteriores, nas quais os estudantes investigaram relações matemáticas por meio de instrumentos já prontos, esta oficina envolveu a montagem e a análise de um instrumento construído com base no roteiro técnico proposto por Vieira (2019). O objetivo consistiu em investigar as relações entre comprimento dos tubos e frequência sonora, verificando como os conceitos de razão, proporção e frequência se manifestavam nesse novo contexto.

A atividade iniciou-se com a medição dos tubos de PVC de 40 mm utilizados na montagem do tubofone. Conforme apresentado na Figura 8, os estudantes conferiram os comprimentos dos tubos e organizaram as peças de acordo com a estrutura do instrumento. A disposição dos tubos permitiu observar que tubos menores produziam sons mais agudos, enquanto tubos maiores produziam sons mais graves, retomando discussões realizadas anteriormente acerca das relações entre comprimento e frequência sonora.

Após a montagem do instrumento, foram realizadas medições das frequências produzidas pelos tubos com o auxílio de afinadores digitais. Durante a análise dos dados obtidos, os estudantes compararam as medidas físicas dos tubos com as frequências observadas, buscando verificar se as relações de proporcionalidade investigadas anteriormente com o violão também se manifestavam nesse novo contexto.

A comparação dos valores evidenciou que, embora a diminuição do comprimento dos tubos estivesse associada ao aumento da frequência sonora, as medidas não apresentavam correspondência proporcional exata em todas as situações analisadas. Em particular, observou-se que o tubo correspondente à oitava superior não possuía comprimento exatamente igual à metade do tubo associado à nota fundamental, diferentemente do que seria esperado a partir de uma aplicação direta do modelo de proporcionalidade inversa explorado anteriormente.

Esse resultado constituiu um aspecto relevante da análise desenvolvida durante a oficina. Para reconhecer que a relação de proporcionalidade inversa não se verificava rigorosamente no tubofone, os estudantes precisaram mobilizar as relações estudadas nas atividades anteriores como referência para comparar os valores obtidos experimentalmente. Dessa forma, o conceito de proporcionalidade não foi utilizado apenas para realizar cálculos,

mas também como instrumento para analisar criticamente a adequação de um modelo matemático diante de um fenômeno físico.

A constatação das diferenças entre os valores esperados e aqueles observados experimentalmente possibilitou discutir os limites de modelos matemáticos simplificados. Nesse contexto, foram apresentados elementos relacionados à chamada correção de extremidade, fenômeno descrito na acústica que considera que o comprimento efetivo da coluna de ar vibrante em um tubo aberto não coincide exatamente com seu comprimento físico. De forma simplificada, essa relação pode ser representada por:

$$L_{\text{acústico}} \approx L_{\text{físico}} + 0,6 \cdot \text{raio do tubo}$$

A discussão desse fenômeno permitiu compreender que fatores físicos associados à construção e ao funcionamento do instrumento interferem nas frequências produzidas. Assim, as diferenças observadas entre as medidas dos tubos e as proporções inicialmente esperadas não foram tratadas apenas como erros de medição ou de construção, mas como elementos para discutir a relação entre modelos matemáticos e fenômenos físicos.

Sob a perspectiva de Bachelard (1996), situações dessa natureza possibilitam a problematização de interpretações inicialmente construídas diante dos fenômenos científicos. No contexto da oficina, o confronto entre as proporções esperadas e os resultados experimentais permitiu discutir que os modelos matemáticos constituem representações da realidade e que determinados fenômenos físicos exigem a consideração de variáveis adicionais para sua interpretação.

Essa análise também dialoga com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), uma vez que os estudantes foram colocados diante de uma situação em que as relações anteriormente mobilizadas precisaram ser analisadas em um contexto mais complexo. Em vez de simplesmente reproduzir um procedimento já utilizado, os participantes precisaram comparar medidas, interpretar os resultados e considerar os limites da aplicação direta da proporcionalidade inversa ao fenômeno investigado.

De modo geral, as observações realizadas durante essa etapa indicam que a atividade com o tubofone ampliou a discussão sobre proporcionalidade para além da aplicação direta de procedimentos de cálculo. Ao comparar as relações esperadas com os resultados obtidos experimentalmente, os estudantes utilizaram o conceito de proporcionalidade como referência para analisar o comportamento das grandezas envolvidas e discutir os limites do modelo inicialmente considerado. Nesse sentido, a atividade possibilitou articular conhecimentos matemáticos e físicos na interpretação dos resultados produzidos durante a oficina.

4.1.5 Oficina 4 - Etapa da Paródia

Após as atividades desenvolvidas com o tubofone, a sequência didática avançou para a etapa de produção e apresentação das paródias musicais. Essa atividade teve como objetivo possibilitar que os estudantes organizassem e expressassem, por meio da linguagem musical, os conceitos discutidos ao longo da intervenção. A elaboração das composições permitiu analisar como os participantes mobilizavam ideias relacionadas à razão, à proporção e às relações de proporcionalidade em uma produção coletiva e autoral.

As paródias foram analisadas conforme os critérios estabelecidos na rubrica apresentada no Quadro 8, considerando a correção conceitual, a contextualização dos conteúdos e a articulação entre Música e Matemática. A análise das duas produções permitiu identificar a mobilização de conceitos trabalhados ao longo da sequência didática, especialmente a compreensão de razão e proporção, a diferenciação entre grandezas diretamente e inversamente proporcionais e a utilização de exemplos relacionados às situações discutidas durante a intervenção.

- **A definição de razão e proporção**

Na produção elaborada pelo Grupo 1, observou-se a utilização de expressões que associavam a razão à comparação entre quantidades. Trechos como “Razão é comparar dois valores para entender” e “A por B eu uso pra visualizar” indicam que os estudantes recorreram a uma linguagem própria para representar o conceito matemático discutido durante a intervenção. De forma semelhante, a proporção foi apresentada como uma relação de igualdade entre razões, conforme expresso no trecho “Proporção acontece quando as razões são iguais”.

Esses registros apresentam formulações compatíveis com os conceitos trabalhados ao longo da sequência didática. Embora expressos por meio da linguagem utilizada na composição musical, os versos preservaram os elementos centrais das definições de razão e proporção, constituindo evidências consideradas na análise da correção conceitual da produção.

- **A diferenciação entre grandezas diretas e inversas**

Outro aspecto identificado nas produções foi a distinção entre grandezas diretamente e inversamente proporcionais. No Grupo 1, a proporcionalidade direta foi representada por meio da ideia de variação no mesmo sentido, expressa nos versos “Na direta é assim, sobe um sobe também” e “As duas crescem juntas”. Já a proporcionalidade inversa foi descrita por meio da variação em sentidos opostos, como ilustrado no trecho “Na inversa é o contrário, sobe um desce o outro”.

Além dessa diferenciação, a produção apresentou referência à propriedade associada às grandezas inversamente proporcionais no verso “O produto fica igual, não perde sua função”.

Esse registro indica a mobilização da ideia de produto constante, trabalhada durante as atividades envolvendo proporcionalidade inversa. A presença dessa propriedade na composição demonstra que o grupo não se limitou à descrição do comportamento das grandezas, incorporando também uma relação matemática utilizada durante a intervenção.

- **Contextualização dos conceitos**

Na paródia produzida pelo Grupo 2, os estudantes incorporaram exemplos relacionados a situações cotidianas discutidas durante as atividades. Entre eles, destacaram-se referências às relações entre tempo e velocidade e às situações envolvendo receitas, utilizadas para representar relações de proporcionalidade. O trecho “Um vai alto lá no topo e o outro cai na proporção” evidencia a utilização da linguagem musical para expressar a ideia de variação em sentidos opostos entre grandezas.

A utilização desses exemplos indica que os conceitos matemáticos foram retomados em contextos distintos daqueles associados exclusivamente à resolução de exercícios. As produções incorporaram situações discutidas durante a sequência didática, articulando definições, propriedades e exemplos na construção das letras.

- **Articulação entre música e matemática**

A própria elaboração das paródias constituiu uma forma de articulação entre Música e Matemática, uma vez que os conceitos matemáticos foram incorporados à estrutura das composições produzidas pelos estudantes. A linguagem musical foi utilizada como meio para representar e comunicar ideias relacionadas à razão, à proporção e às relações de proporcionalidade, possibilitando a expressão desses conhecimentos em um formato distinto da resolução convencional de problemas.

Considerando os critérios estabelecidos na rubrica de análise, **as duas paródias foram classificadas como adequadas**. As produções contemplaram corretamente dois ou mais conceitos matemáticos trabalhados durante a intervenção, apresentaram relações coerentes com os conteúdos abordados e utilizaram a linguagem musical como forma de representação desses conhecimentos.

Os resultados observados nessa etapa indicam que as produções não se limitaram à reprodução isolada de definições. Os estudantes incorporaram conceitos relacionados à razão, à proporção, à proporcionalidade direta e à proporcionalidade inversa, além de propriedades e exemplos discutidos ao longo da sequência didática. Nesse sentido, as paródias constituíram uma fonte complementar para a análise qualitativa da intervenção.

À luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), essas produções podem ser interpretadas como registros da mobilização de conceitos relacionados às estruturas

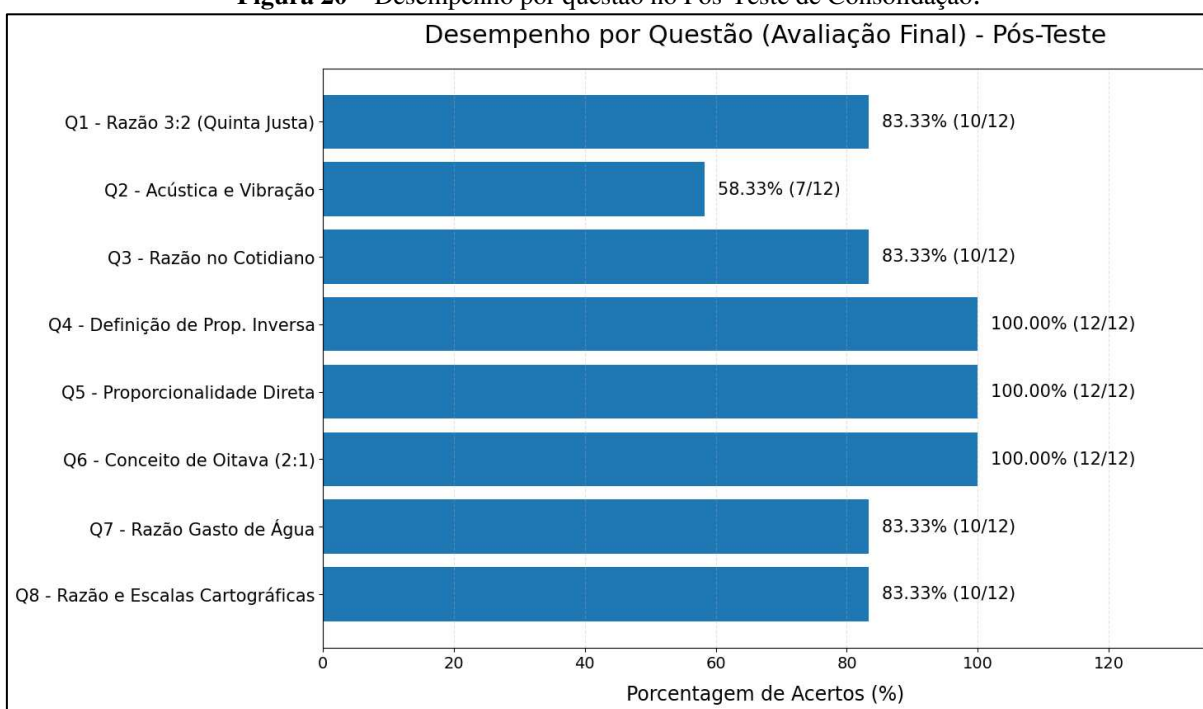
multiplicativas em diferentes formas de representação. Os estudantes recorreram à linguagem verbal, a exemplos cotidianos e à linguagem musical para expressar relações matemáticas trabalhadas durante a sequência didática.

Essa interpretação também dialoga com D'Ambrosio (2001), ao considerar a valorização de diferentes formas de representação na construção de significados para os conhecimentos escolares. Nesse contexto, as paródias possibilitaram analisar a expressão de conceitos matemáticos em produções autorais elaboradas pelos próprios estudantes, constituindo uma fonte adicional para a compreensão dos processos desenvolvidos ao longo da intervenção.

4.1.6 Consolidação do Conhecimento: Avaliação e Pós-Teste

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos por meio da aplicação do pós-teste, instrumento composto por itens que contemplaram conceitos de razão, proporção, proporcionalidade direta, proporcionalidade inversa e situações relacionadas à acústica musical. Os dados produzidos possibilitaram analisar o desempenho dos estudantes ao final da sequência didática e estabelecer comparações descritivas com aspectos identificados no diagnóstico inicial. A Figura 20 apresenta os percentuais de acerto observados em cada questão do instrumento.

Figura 20 – Desempenho por questão no Pós-Teste de Consolidação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Nesta seção, apresentam-se os resultados obtidos na aplicação do questionário de fixação. A análise dos percentuais de acerto permite observar como os estudantes mobilizaram conceitos relacionados a razões, proporções, proporcionalidade direta, proporcionalidade inversa e frequência sonora em diferentes contextos de aplicação.

Questão 1 – Razão 3:2: 83,33% (10/12) de acertos

Enunciado: *“A razão entre as frequências de duas notas é 3:2. Se a primeira nota tem frequência de 300 Hz, qual é a frequência da segunda?”*

Dos 12 estudantes, 10 apresentaram a resposta esperada, correspondendo a 83,33% da turma. O resultado indica que a maioria conseguiu utilizar a razão como operador multiplicativo na resolução da situação proposta. Para obter a resposta esperada, era necessário reconhecer que a razão 3:2 corresponde ao fator multiplicativo 1,5 e aplicá-lo à frequência inicial de 300 Hz. Esse resultado evidencia a mobilização da representação numérica da razão em uma situação envolvendo frequências sonoras, contexto explorado ao longo da sequência didática.

Questão 2 – Acústica e vibração: 58,33% (7/12) de respostas adequadas

Enunciado: *“Considerando o uso do tubofone de PVC, explique a relação entre o comprimento do tubo e a velocidade de vibração (frequência) da onda sonora produzida.”*

Nesta questão, 7 dos 12 estudantes apresentaram respostas adequadas, correspondendo a 58,33% da turma. Esse foi o menor percentual observado entre as questões analisadas no pós-teste. A questão exigia que os estudantes articulassem conceitos matemáticos e físicos relacionados à produção sonora, especialmente a relação entre o comprimento do tubo e a frequência produzida. Os resultados indicam que parte da turma conseguiu estabelecer essa relação, embora tenham permanecido dificuldades na explicação do fenômeno físico envolvido. Em comparação com as questões predominantemente matemáticas, esse desempenho sugere que a interpretação dos aspectos acústicos demandou maior articulação entre os conceitos trabalhados durante a intervenção.

Questão 3 – Razão no cotidiano: 83,33% (10/12) de acertos

Enunciado: *“Uma receita de bolo pede 3 xícaras de farinha para cada 2 xícaras de açúcar. Qual é a razão entre a farinha e o açúcar? Se você usar 6 xícaras de farinha, quantas xícaras de açúcar precisará para manter o sabor?”*

Dos 12 estudantes, 10 apresentaram a resposta esperada, correspondendo a 83,33% da turma. O resultado indica que a maioria conseguiu utilizar os conceitos de razão e proporção em um contexto distinto das atividades musicais desenvolvidas durante a intervenção. A resolução exigia identificar a razão entre os ingredientes e aplicar a relação proporcional para

manter a proporção inicial da receita. Os dados fornecem indícios de que os estudantes mobilizaram os conceitos trabalhados em uma situação relacionada ao cotidiano.

Questão 4 – Definição de proporcionalidade inversa: 100,00% (12/12) de acertos

Enunciado: *“Duas grandezas X e Y são classificadas como inversamente proporcionais se...”*

Todos os 12 estudantes identificaram corretamente a alternativa esperada para a definição de proporcionalidade inversa. Esse resultado merece destaque quando comparado ao diagnóstico inicial, no qual apenas 33,33% (4/12) dos estudantes responderam adequadamente à questão correspondente. Embora a comparação entre os instrumentos deva ser realizada de forma descritiva, considerando que as questões foram elaboradas de modo equivalente quanto à habilidade avaliada, os resultados evidenciam uma diferença de 66,67 pontos percentuais entre os dois momentos.

Questão 5 – Proporcionalidade direta: 100,00% (12/12) de acertos

Enunciado: *“Um carro percorre 180 km em 3 horas. Mantendo a mesma velocidade, quantos quilômetros ele percorre em 5 horas?”*

Todos os estudantes resolveram corretamente a situação proposta. A questão exigia a identificação de uma relação de proporcionalidade direta entre distância percorrida e tempo, considerando a manutenção da velocidade. No diagnóstico inicial, a questão correspondente apresentou 50,00% (6/12) de acertos, enquanto, no pós-teste, todos os 12 estudantes apresentaram a resposta esperada. Descritivamente, observa-se um aumento de 50,00 pontos percentuais entre os dois momentos.

Questão 6 (Conceito de Oitava – 100% de acertos)

Enunciado: *“Uma nota de 220 Hz é tocada em um teclado. Se o músico apertar 'oitava acima', a nova frequência será...”*

Os resultados indicam que os estudantes reconheceram a relação 2:1 associada ao conceito de oitava. Esse resultado pode estar relacionado às atividades desenvolvidas com o violão e o teclado, nas quais a duplicação da frequência foi observada e discutida em diferentes momentos da sequência didática.

Questão 7 – Razão entre grandezas: 83,33% (10/12) de acertos

Enunciado: *“A família A gasta 300 L de água por dia e a família B gasta 450 L. A razão do gasto da família B para a família A é...”*

Dos 12 estudantes, 10 apresentaram a resposta esperada, correspondendo a 83,33% da turma. A questão exigia a identificação da razão entre as grandezas apresentadas, considerando a ordem dos termos e a simplificação da razão obtida. Esse percentual corresponde ao mesmo

desempenho observado na questão relacionada à razão entre grandezas no diagnóstico inicial, também com 83,33% (10/12) de acertos, indicando manutenção do desempenho nessa habilidade.

Questão 8 – Razão e escalas cartográficas: 83,33% (10/12) de acertos

Enunciado: *“Em um mapa com escala 1:5000, um trajeto de 2 cm no mapa corresponde a quantos centímetros na realidade?”*

Dos 12 estudantes, 10 apresentaram a resposta esperada, correspondendo a 83,33% da turma. O resultado indica que a maioria conseguiu interpretar a escala como uma relação proporcional entre representação e realidade. A resolução exigia a compreensão da razão de escala e sua aplicação em um contexto diferente daqueles explorados diretamente durante as oficinas musicais. O desempenho observado fornece indícios da mobilização das relações proporcionais em uma nova situação-problema.

De modo geral, os resultados obtidos no pós-teste indicam desempenho superior ao observado no diagnóstico inicial, tanto em questões conceituais quanto em situações que exigiam procedimentos de cálculo. Os maiores índices de acerto foram observados nas questões relacionadas às definições de proporcionalidade e aos conceitos explorados diretamente durante as oficinas, enquanto os menores percentuais ocorreram em situações que exigiam explicações envolvendo fenômenos físicos associados à produção sonora.

À luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1996), os registros produzidos sugerem que os estudantes passaram a mobilizar relações de proporcionalidade em diferentes contextos, incluindo situações relacionadas à música, ao cotidiano, às escalas cartográficas e a problemas tradicionalmente presentes no ensino de Matemática. Os resultados também indicam que, embora dificuldades pontuais tenham permanecido em algumas situações específicas, os conceitos trabalhados durante a sequência didática foram retomados e utilizados pelos participantes em diferentes tipos de atividade.

4.2 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DISCENTE SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE MÚSICA E MATEMÁTICA

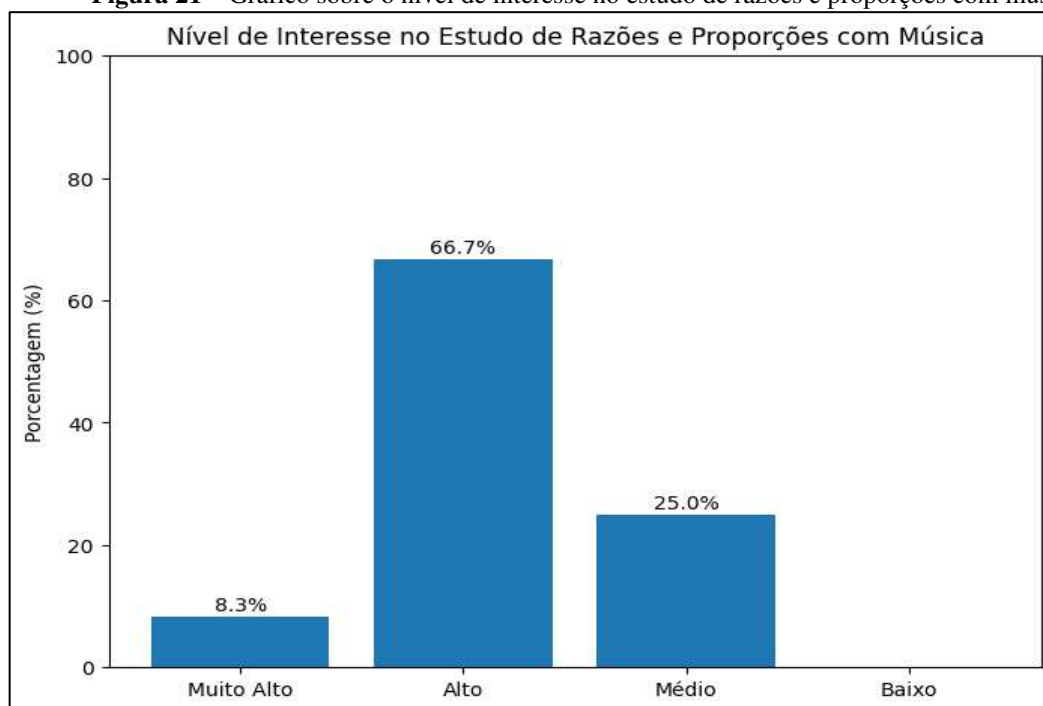
Após a aplicação das atividades que relacionaram elementos musicais ao estudo de razões e proporções, tornou-se relevante investigar as percepções dos estudantes acerca da proposta desenvolvida. O questionário aplicado buscou identificar aspectos relacionados ao interesse despertado pelas atividades, à percepção da utilização da música nas aulas de Matemática e à compreensão de relações matemáticas e físicas exploradas durante a sequência

didática. A análise a seguir apresenta os dados produzidos pelo instrumento, articulando as respostas dos estudantes às observações realizadas ao longo da intervenção.

Na primeira questão do questionário, os estudantes foram convidados a avaliar seu nível de interesse em relação ao estudo de razões e proporções por meio da música. Os dados apresentados na Figura 21 indicam que 75,00% (9/12) dos participantes classificaram a experiência como altamente interessante. Esse resultado evidencia uma percepção predominantemente positiva em relação à proposta desenvolvida e dialoga com as discussões de D'Ambrósio (2001) acerca da importância da contextualização dos conhecimentos matemáticos a partir de práticas culturalmente significativas. Ao aproximar conceitos matemáticos de experiências musicais, a proposta possibilitou a exploração dos conteúdos em um contexto distinto daquele tradicionalmente encontrado nos livros didáticos.

Os resultados apresentados na Figura 21 permitem observar a distribuição das respostas dos estudantes quanto ao nível de interesse despertado pela proposta. Embora existam diferentes níveis de percepção entre os participantes, verifica-se predominância de avaliações positivas, indicando que a utilização da música constituiu um recurso bem recebido pela turma. Esses dados complementam as observações realizadas durante a intervenção, nas quais foi possível identificar elevado envolvimento dos estudantes nas atividades práticas e nas discussões promovidas ao longo da sequência didática.

Figura 21 – Gráfico sobre o nível de interesse no estudo de razões e proporções com música.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

A percepção positiva manifestada pelos estudantes também pode ser discutida à luz das contribuições de Vigotski (1998), para quem a aprendizagem ocorre por meio de processos de mediação e das interações estabelecidas no contexto social. Durante a sequência didática, os instrumentos musicais constituíram recursos utilizados na exploração das relações matemáticas e dos fenômenos sonoros, possibilitando aos estudantes estabelecer relações entre os conceitos abordados e as experiências desenvolvidas nas oficinas.

Na segunda questão, os estudantes foram questionados sobre qual atividade consideraram mais marcante ou divertida durante a intervenção. Os resultados indicaram que 50,00% (6/12) dos participantes destacaram o uso do violão para explorar frequências, enquanto 41,67% (5/12) indicaram a construção do tubofone. Observou-se, ainda, que nenhum estudante apontou o cálculo dos acordes no caderno como a atividade mais marcante da sequência didática. Esses dados evidenciam a predominância das atividades práticas entre aquelas destacadas pelos participantes.

A preferência pelas atividades envolvendo a manipulação e a exploração dos instrumentos musicais pode ser discutida à luz das reflexões de Fazenda (2002), ao considerar as possibilidades de diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. Ao articular conceitos matemáticos, musicais e físicos em uma mesma proposta, as atividades possibilitaram que os conteúdos fossem explorados por meio de diferentes formas de representação e experiências.

Na terceira questão, os estudantes foram questionados sobre a possibilidade de a música ser utilizada mais vezes nas aulas de Matemática. Entre os participantes, 33,33% (4/12) assinalaram a alternativa segundo a qual a música facilita o entendimento dos conceitos, enquanto 58,33% (7/12) indicaram que sua utilização torna as aulas mais motivadoras. Desse modo, 91,67% (11/12) dos estudantes selecionaram uma das duas alternativas favoráveis à utilização da música nas aulas de Matemática.

Os resultados sugerem que a percepção positiva dos participantes esteve associada a duas dimensões previstas no instrumento: a contribuição percebida para a compreensão dos conteúdos e a motivação proporcionada pelas atividades. A maior frequência de respostas relacionadas à motivação indica que esse aspecto ocupou posição de destaque na percepção dos estudantes, enquanto as respostas relacionadas à compreensão dos conceitos mostram que parte dos participantes também reconheceu uma contribuição das atividades para o entendimento dos conteúdos abordados.

A quinta questão buscou identificar em qual instrumento o conceito de proporcionalidade inversa havia se tornado mais claro para os estudantes. As alternativas apresentadas permitiam indicar o violão ou o tubofone, considerando diferentes aspectos das

experiências realizadas, como a observação da mudança do som ao encurtar a corda, a realização dos cálculos, a visualização das diferenças entre os comprimentos dos tubos e a identificação das alterações sonoras. Essa questão permitiu analisar a percepção dos estudantes acerca dos recursos utilizados durante a intervenção e das diferentes formas pelas quais a proporcionalidade inversa foi explorada nas atividades com os instrumentos musicais.

De modo geral, os resultados obtidos indicam uma percepção predominantemente positiva dos estudantes acerca da proposta desenvolvida. A maioria dos participantes manifestou elevado interesse pelas atividades, e as experiências realizadas com o violão e o tubofone ocuparam posição de destaque entre aquelas consideradas mais marcantes. Além disso, 91,67% (11/12) dos estudantes selecionaram alternativas favoráveis à utilização da música em outras aulas de Matemática, associando essa possibilidade à compreensão dos conceitos ou à motivação proporcionada pelas atividades.

Considerados em conjunto, os dados permitem identificar não apenas uma percepção positiva dos estudantes acerca da proposta, mas também mudanças nas formas pelas quais a turma estabeleceu relações entre Música e Matemática. No diagnóstico inicial, nenhum dos 12 estudantes apresentou uma resposta classificada como adequada na questão que solicitava a identificação de relações entre números, medições e fenômenos sonoros. As respostas não explicitavam conexões envolvendo frequência, comprimento, razão ou proporção, indicando que, naquele momento, essas relações ainda não integravam de forma consistente o repertório conceitual dos participantes.

Durante as oficinas, entretanto, começaram a surgir indícios da construção dessas conexões. Nas atividades com o violão, os estudantes observaram que a redução do comprimento vibrante da corda estava associada ao aumento da frequência sonora, e 75,00% (9/12) aplicaram adequadamente essa relação inversa na resolução do Problema 3. Na atividade com o teclado, utilizaram as razões 5:4 e 3:2 para relacionar as frequências das notas à formação dos acordes, articulando percepção auditiva, representação numérica e cálculo matemático. Posteriormente, na atividade com o tubofone, compararam o comprimento dos tubos com as frequências produzidas e discutiram tanto as relações proporcionais observadas quanto os limites do modelo matemático empregado.

Na etapa de sistematização, as duas paródias produzidas pelos grupos foram classificadas como adequadas, pois incorporaram conceitos de razão, proporção e proporcionalidade direta e inversa. Expressões como “Proporção acontece quando as razões são iguais” e “Na inversa é o contrário, sobe um desce o outro” mostram que os estudantes passaram a comunicar conceitos matemáticos por meio de uma produção musical coletiva. No pós-teste,

83,33% (10/12) utilizaram adequadamente a razão 3:2 em uma situação envolvendo frequências sonoras, todos reconheceram a relação 2:1 associada à oitava e 58,33% (7/12) explicaram adequadamente a relação entre o comprimento do tubo e a frequência do som. Este último resultado também indica que a articulação entre os aspectos matemáticos e físicos não ocorreu de maneira homogênea entre todos os participantes.

A comparação entre esses diferentes momentos permite delinear uma trajetória de aprendizagem da turma: inicialmente, os estudantes não explicitavam relações consistentes entre Música e Matemática; durante as oficinas, passaram a investigar essas relações por meio da observação, da medição e do cálculo; e, ao final, conseguiram mobilizá-las em problemas e expressá-las por meio das paródias. À luz de Vergnaud (1996), esse percurso pode ser interpretado como uma ampliação das situações e representações utilizadas na mobilização dos conceitos de razão e proporcionalidade. Na perspectiva de Vigotski (1998), os instrumentos musicais atuaram como recursos culturais de mediação entre a experiência sonora e a representação matemática. A articulação de conhecimentos matemáticos, musicais e físicos em torno de um mesmo objeto de investigação também se aproxima da concepção de interdisciplinaridade de Fazenda (2002), enquanto D'Ambrosio (2001) contribui para compreender a música como uma prática cultural capaz de favorecer a contextualização dos conhecimentos escolares. Assim, os resultados sugerem que a música não desempenhou apenas uma função motivacional, mas constituiu um contexto de investigação e expressão dos conceitos matemáticos trabalhados.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

A presente pesquisa resultou na elaboração do Produto Educacional intitulado “A Matemática das Notas Musicais: uma sequência didática interdisciplinar para o ensino de razões e proporções no 9º ano”, desenvolvido com a finalidade de disponibilizar aos professores da Educação Básica uma sequência didática interdisciplinar voltada ao ensino de razões e proporções por meio da articulação entre conceitos matemáticos e fenômenos musicais.

A construção deste material foi fundamentada nas evidências obtidas durante a aplicação da sequência didática realizada com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. As atividades propostas foram organizadas a partir dos resultados observados ao longo da investigação, buscando transformar a experiência desenvolvida em sala de aula em um recurso pedagógico passível de reprodução e adaptação por outros docentes.

O produto foi elaborado em formato de guia didático e apresenta orientações para a implementação de atividades que relacionam frequência sonora, intervalos musicais, acordes e construção de instrumentos musicais com os conceitos de razão, proporção, proporcionalidade direta e proporcionalidade inversa. Para sua execução, são utilizados recursos de fácil acesso, como violão, teclado, afinadores digitais e tubofone construídos com tubos de PVC.

Sua organização está estruturada em três oficinas principais. A primeira utiliza o violão como instrumento de investigação da relação entre comprimento da corda vibrante e frequência sonora, permitindo a exploração da proporcionalidade inversa. A segunda oficina emprega o teclado musical para o estudo das relações proporcionais presentes na formação e transposição de acordes, favorecendo a compreensão da proporcionalidade direta. A terceira oficina propõe a construção e análise de um tubofone de PVC, possibilitando aos estudantes confrontar modelos matemáticos com situações físicas observáveis.

Além do roteiro de implementação das atividades, o produto contempla objetivos de aprendizagem, recursos necessários, procedimentos metodológicos, questões norteadoras e orientações para acompanhamento da aprendizagem. Dessa forma, busca oferecer subsídios para que professores possam desenvolver atividades interdisciplinares que favoreçam a contextualização dos conteúdos matemáticos e a exploração de relações entre diferentes áreas do conhecimento.

O Produto Educacional, aprovado pela banca examinadora, será disponibilizado gratuitamente, em formato digital, na página do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional do Instituto Federal do Piauí (PROFMAT/IFPI), garantindo livre acesso ao material. O arquivo em PDF também será disponibilizado por meio de link público. Além disso, exemplares impressos serão entregues a escolas e à biblioteca da

instituição em que o autor atua, ampliando as possibilidades de divulgação, acesso e utilização do material por professores e demais interessados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da seguinte questão norteadora: de que maneira a articulação entre Música e Matemática pode contribuir para o ensino de razões e proporções em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental? Em correspondência com essa questão, definiu-se como objetivo geral investigar as contribuições dessa articulação por meio da aplicação de uma sequência didática interdisciplinar. A proposta foi desenvolvida com base na compreensão de que conceitos matemáticos relacionados à proporcionalidade podem ser explorados em contextos vinculados a fenômenos sonoros, possibilitando aos estudantes estabelecer relações entre representações numéricas e experiências observáveis.

Os resultados obtidos ao longo da intervenção indicaram que a utilização de instrumentos musicais, como o violão, o teclado e o tubofone de PVC, possibilitou a exploração de conceitos relacionados à razão, proporção, proporcionalidade direta e proporcionalidade inversa em situações concretas de investigação. As atividades desenvolvidas permitiram que os estudantes observassem relações entre comprimento, frequência sonora e organização dos acordes musicais, favorecendo a análise de propriedades matemáticas presentes em fenômenos acústicos.

A análise dos dados produzidos durante a pesquisa evidenciou avanços na compreensão dos conceitos abordados, observados por meio da comparação entre os instrumentos de avaliação aplicados antes e após a intervenção. Além disso, os registros das atividades e as percepções manifestadas pelos estudantes indicaram que a utilização da música favoreceu a contextualização dos conteúdos trabalhados e ampliou as possibilidades de participação dos alunos durante o desenvolvimento da sequência didática.

No âmbito da interdisciplinaridade, a investigação demonstrou que a aproximação entre Música e Matemática pode constituir uma alternativa pedagógica para a abordagem de conteúdos relacionados à proporcionalidade. As atividades desenvolvidas permitiram explorar conexões entre diferentes áreas do conhecimento sem comprometer o rigor conceitual próprio da Matemática, possibilitando que conceitos abstratos fossem analisados a partir de situações observáveis e passíveis de experimentação.

Diante das evidências analisadas, a pergunta norteadora pode ser respondida afirmando-se que a articulação entre Música e Matemática contribuiu para o ensino de razões e proporções ao proporcionar situações observáveis nas quais os estudantes puderam relacionar comprimento, frequência sonora, intervalos musicais e acordes aos conceitos de razão, proporção e proporcionalidade. No diagnóstico inicial, nenhum dos participantes estabeleceu adequadamente uma relação entre Matemática e Música. Durante as oficinas, entretanto, os

estudantes passaram a identificar relações entre o comprimento dos tubos ou das cordas e as frequências produzidas, utilizaram razões como 2:1, 3:2 e 5:4 e mobilizaram relações de proporcionalidade direta e inversa na resolução das atividades. Ao final da intervenção, essas relações também foram identificadas nas respostas ao pós-teste e nas paródias elaboradas pelos grupos. Esses resultados constituem indícios de que a música atuou não apenas como recurso motivacional, mas como contexto de investigação, representação e comunicação dos conceitos matemáticos abordados.

Como contribuição prática da pesquisa, foi elaborado o Produto Educacional intitulado “A Matemática das Notas Musicais: uma sequência didática interdisciplinar para o ensino de razões e proporções no 9º ano”, organizado em formato de guia didático destinado a professores da Educação Básica. O material sistematiza as atividades desenvolvidas durante a investigação e disponibiliza orientações para sua implementação em outros contextos escolares, ampliando as possibilidades de utilização da proposta por diferentes profissionais da educação.

Outro aspecto relevante refere-se à viabilidade de aplicação da proposta por professores de Matemática sem formação específica em Música. Embora a sequência didática utilize conceitos musicais elementares, como frequência sonora, intervalos e acordes, tais conhecimentos são apresentados de forma contextualizada e diretamente relacionados aos objetivos matemáticos das atividades. Dessa forma, a implementação da proposta não exige domínio aprofundado da linguagem musical, mas uma preparação prévia que permita ao docente familiarizar-se com os conceitos básicos e com os recursos utilizados. Essa característica amplia o potencial de aplicação do Produto Educacional, favorecendo sua utilização em diferentes contextos escolares por professores interessados em desenvolver práticas interdisciplinares.

Quanto aos objetivos propostos, considera-se que foram atingidos no decorrer das diferentes etapas da investigação. O diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes foi realizado no início da intervenção, por meio do pré-teste, que permitiu identificar dificuldades relacionadas às razões, às proporções e, especialmente, à proporcionalidade inversa. A investigação das contribuições da Música para o ensino de Matemática foi desenvolvida no levantamento bibliográfico e no referencial teórico, que fundamentaram as relações históricas, matemáticas e pedagógicas entre essas áreas. A sequência didática foi elaborada, aplicada e analisada por meio das atividades com o violão, o teclado e o tubofone, da elaboração das paródias e da aplicação dos instrumentos de avaliação. Por fim, a comparação entre os dados do diagnóstico inicial, das oficinas e da avaliação final possibilitou analisar as contribuições da proposta e responder ao objetivo geral da pesquisa. A sistematização dessas atividades no

Produto Educacional também concretizou o propósito de disponibilizar uma proposta que possa ser utilizada ou adaptada por outros professores da Educação Básica.

É importante reconhecer algumas limitações desta pesquisa. A investigação foi realizada com uma única turma, composta por 12 estudantes de uma escola pública municipal, de modo que os resultados estão vinculados às características desse grupo e do contexto escolar investigado, não sendo possível generalizá-los para outras realidades educacionais. Além disso, a intervenção foi desenvolvida em um período delimitado de dez aulas, o que não permitiu acompanhar a permanência das aprendizagens em médio ou longo prazo. A inexistência de um grupo de comparação e a análise descritiva dos resultados do pré-teste e do pós-teste também não permitem atribuir exclusivamente à sequência didática as mudanças observadas. Dessa forma, os resultados devem ser compreendidos como indícios produzidos no contexto específico de um estudo de caso qualitativo. Pesquisas futuras poderão aplicar a proposta em outras turmas e níveis de ensino, ampliar o número de participantes e realizar acompanhamentos posteriores para analisar a permanência das aprendizagens desenvolvidas.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para o fortalecimento de práticas interdisciplinares no ensino de Matemática e para a ampliação das discussões acerca da utilização de diferentes linguagens e contextos culturais como recursos para a construção de significados em sala de aula. Espera-se também que o Produto Educacional elaborado possa servir como material de apoio para professores da Educação Básica interessados em explorar a relação entre Música e Matemática, bem como incentivar novas pesquisas voltadas à investigação de outras possibilidades de articulação entre essas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, Oscar João. **Matemática e música: o pensamento analógico na construção de significados**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2003.

ADENES, Bráulio da Silva. **A música e o canto como instrumentos facilitadores no ensino do princípio multiplicativo da contagem**. 2025. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, 2025.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BARROS, Lúcio João Leal. **Matemática em ritmo de música e cordel: uma experiência de ensino na EJA**. 2024. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Floriano, 2024.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BENNETT, Roy. **Elementos básicos da música**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CAMPOS, Gean Pierre da Silva. **Música e matemática**. Vitória, ES: Edufes, 2024.

CIFRA CLUB. **Afinador on-line**. [S. l.]: Studio Sol, [s. d.]. Disponível em: <https://www.cifraclub.com.br/afinador/>. Acesso em: 1 dez. 2025.

COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver. **Compreensões, abordagens, conceitos e definições de sequência didática na área de Educação Matemática**. Bolema: Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, v. 36, n. 72, p. 358–388, jan./abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a16>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/TBtxkXdxLr5JnHCrcyWfSWL/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

COUTINHO, Neila Neves. **Musicalizando os racionais**. 2021. 82 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Jataí (UFJ), Jataí, 2021.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: contexto & aplicações**. 5. ed. São Paulo: Ática, 2011. v. 1.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

ESTUMANO, Jessé Jorge Barros. **Matemática e música: proposta interdisciplinar de sequência didática para o ensino-aprendizagem de progressão geométrica no 2º**

ano do ensino médio. 2025. 98 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, 2025.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

FALBO, Ricardo Almeida; SOUZA, É.F.; FELIZARDO, K.R. **Mapeamento Sistemático**. In: FELIZARDO, K.; NAKAGAWA, E.; FABBRI, S.; FERRARI, F. (Org.). Mapeamento sistemático da literatura em engenharia de software: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 79-98.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

FREUDENTHAL, Hans. **Revisiting mathematics education: China lectures**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.

FIORENTINI, Dario; PASSOS, Carmem Lucia Brancaglioni; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues. **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática: período 2001-2012**. Campinas: FE/UNICAMP, 2016. Disponível em: https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf. Acesso em: 25 jan. 2026.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMENES, Luiz Márcio; LELLIS, Marcelo. **Matemática: Imenes & Lellis: 7º ano**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 2022.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Elon Lages; CARVALHO, Paulo Cezar Pinto; WAGNER, Eduardo; MORGADO, Augusto César. **Temas e problemas elementares**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2006.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e educação: alegorias, jogos e textos**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MARCONDES, R.; DA SILVA, S. L. R. O protocolo Prisma 2020 como uma possibilidade de roteiro para revisão sistemática em ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, DF, v. 18, n. 39, p. 1–19, 2023. DOI: 10.21713/rbpg.v18i39.1894. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1894>. Acesso em 15 jan. 2026.

MARQUES, Anderson Leandro. **Exponencial e logaritmo: aplicação utilizando notas musicais**. 2020. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) –

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, 2020.

MELO, Kleyber Júnio Costa. **Um estudo sobre a presença da matemática na música**. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2015.

MOTA, Marcelo Souza; LIAO, Tarliz. Mapeamento sistemático de literatura das pesquisas realizadas nos Programas Stricto Sensu da área de ensino da Capes que versam sobre Matemática e o Uso de Tecnologias Digitais no Ensino Superior. **Revista Transmutare**, Curitiba, v. 9, e17478, p. 1-25, 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr/article/viewFile/17478/10083>. Acesso em 15 jan. 2026.

OLIVEIRA, Jefferson Neres. **A matemática da música: uma possibilidade para o Ensino-aprendizagem**. 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, 2023.

PEREIRA, Thiago Gomes. **Música e Suas Aplicações no Ensino da Matemática**. 2025. 94 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, 2025.

PIANO ELETRÔNICO. **Piano eletrônico: teclado virtual on-line**. Disponível em: <https://www.pianoeletronico.com.br/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

RIBEIRO SILVA NETO, Antônio et al. **A matemática das notas musicais: uma sequência didática interdisciplinar para o ensino de razões e proporções no 9º ano**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 13, n. 15, p. 1–50, 2026a. DOI: 10.66104/df7t5x64.

RIBEIRO SILVA NETO, Antônio et al. **Música no ensino de Matemática: um mapeamento de dissertações do PROFMAT de 2020 a 2025**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 13, n. 10, p. 1–20, 2026b. DOI: 10.66104/vn0c4t95.

SANTOS, Josimara Lima Furtado dos. **Conexão entre matemática e música no contexto da BNCC à luz do conhecimento especializado do professor de matemática**. 2021. 110 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Barra do Bugres, 2021.

SANTOS, Warley Taveira. **Harmonia dos Números: A Matemática das Escalas Musicais**. 2025. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, 2025.

SCHOENBERG, Arnold. **Harmonia**. Tradução de Marden Maluf. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

SNYDERS, Georges. **A escola pode ensinar as alegrias da música?** São Paulo: Cortez,

1992.

SOUSA, Fábio Luiz Alves de. **As potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de matemática na educação básica**. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Floriano, 2021.

VERGNAUD, Gérard. A teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Org.). **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IM-UFRJ, 1996. p. 1-26.

VIEIRA, Marcus. **Como fazer um Tubofone de Mesa**. YouTube, 4 out. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dL9Dd-CWEOs>. Acesso em: 14 abr. 2026.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

APÊNDICE A – Pré-teste**SEÇÃO I: Questões Objetivas (Conhecimento Procedimental e Distinção)**

Instruções: Escolha a alternativa que completa corretamente a questão.

Questão 1

Em uma turma de 35 alunos, 15 são meninas e 20 são meninos. A razão que representa o número de meninas em relação ao número total de alunos da turma é:

- A) $\frac{4}{7}$ B) $\frac{3}{4}$ C) $\frac{15}{20}$ D) $\frac{3}{7}$

Questão 2

Um carro percorre uma distância de 360 km em 4 horas, mantendo uma velocidade constante. Mantendo a mesma velocidade, quanto tempo será necessário para percorrer 540 km?

- A) 5 horas
B) 6 horas
C) 7 horas
D) 8 horas

Questão 3

Para construir um muro, 4 pedreiros trabalhando juntos levam 15 dias. Se a obra precisar ser concluída em apenas 10 dias, quantos pedreiros (com a mesma produtividade) seriam necessários no total?

- A) 6 pedreiros
B) 8 pedreiros
C) 10 pedreiros
D) 12 pedreiros

Questão 4

Duas grandezas X e Y são classificadas como inversamente proporcionais se:

- A) Quando X aumenta, Y também aumenta na mesma proporção.
B) Quando X aumenta, Y diminui na mesma proporção.
C) Quando X aumenta, Y permanece constante.
D) Elas estão relacionadas por uma soma constante.

SEÇÃO II: Questões Discursivas (Conceito e Contextualização)

Instruções: Responda as questões a seguir de forma clara e completa, utilizando suas próprias palavras.

Questão 5

Em suas próprias palavras, explique a diferença entre grandezas que são diretamente proporcionais e grandezas que são inversamente proporcionais. Dê um exemplo de cada tipo de relação.

Questão 6

Imagine que você tem uma receita de bolo que pede 2 xícaras de farinha para cada 1 xícara de açúcar.

- a) Qual é a razão entre a farinha e o açúcar?
- b) Se você decidir fazer uma receita maior, usando 6 xícaras de farinha, quantas xícaras de açúcar você precisará para manter o sabor original?

Questão 7 (Matemática e Música/Som - Conhecimento Prévio)

A pesquisa propõe ligar a Matemática ao estudo das notas musicais e dos acordes. Você consegue identificar alguma forma de relação entre o mundo dos números (ou das medições) e o mundo do som ou da música? Cite um exemplo ou ideia que você já tenha ouvido ou pensado a respeito

APÊNDICE B – Pós – Teste

1. A razão entre as frequências de duas notas é 3:2. Se a primeira nota tem frequência de 300 Hz, qual é a frequência da segunda?
a) 100 Hz b) 200 Hz c) 450 Hz d) 600 Hz
2. Em um tubofone, um tubo mais longo produz um som mais grave porque:
a) Vibra mais rápido e produz som mais agudo b) Vibra mais lento e produz som mais grave
c) Sempre produz o mesmo som d) Produz sons aleatórios
3. Em uma receita, a razão farinha: açúcar é 4 : 2. Se você usar 12 xícaras de farinha, quantas xícaras de açúcar deve usar para manter a proporção?
a) 4 b) 6 c) 8 d) 10
4. Duas grandezas são inversamente proporcionais quando:
a) Uma aumenta e a outra aumenta b) Uma aumenta e a outra diminui
c) Permanecem constantes d) São independentes entre si
5. Um carro percorre 180 km em 3 horas. Mantendo a mesma velocidade, quantos quilômetros ele percorre em 5 horas?
a) 250 km b) 300 km c) 350 km d) 400 km
6. Uma nota de 220 Hz é tocada em um teclado. Se o músico apertar “oitava acima”, a nova frequência será:
a) 110 Hz b) 220 Hz c) 440 Hz d) 880 Hz
7. A família A gasta 300 L de água por dia e a família B gasta 450 L. A razão gasto da família B para a família A é:
a) 1:1 b) 2:3 c) 3:2 d) 4:3
8. Em um mapa com escala 1 : 5000, um trajeto de 2 cm no mapa corresponde a quantos centímetros na realidade?
a) 5000 cm b) 10000 cm c) 15000 cm d) 20000 cm

APÊNDICE C – Questionário de percepção discente

1. Qual foi o seu nível de interesse ao estudar razões e proporções usando música (violão, teclado, tubofone)?
a) Muito alto b) Alto c) Médio d) Baixo

2. Qual atividade você considera mais marcante ou divertida?
a) Uso do violão para explorar frequências
b) Cálculo dos acordes no caderno
c) Construção do tubofone
d) Outra atividade

3. A música deve ser usada mais vezes nas aulas de Matemática?
a) Sim, porque facilita o entendimento dos conceitos
b) Sim, porque torna as aulas mais motivadoras
c) Não, porque não ajudou muito na aprendizagem
d) Não tenho opinião formada

4. O que melhor representa a relação INVERSA entre comprimento e frequência estudada nas cordas e no tubofone?
a) Quanto maior o comprimento, maior a frequência
b) Quanto menor o comprimento, menor a frequência
c) Quanto maior o comprimento, menor a frequência
d) O comprimento não influencia o som

5. Em qual instrumento o conceito de Proporcionalidade Inversa ficou mais claro para você?
a) Violão, porque deu para observar a mudança do som ao encurtar a corda
b) Violão, porque os cálculos ficaram mais simples
c) Tubofone, porque a mudança de comprimento dos tubos era mais visível
d) Tubofone, porque o som ficou mais fácil de identificar

APÊNDICE D – Questionário de Fixação da Oficina 1: Proporcionalidade Inversa no Violão

Problema 1: A Oitava Perfeita

Em um violão, o comprimento total da corda vibrante (da pestana ao cavalete) é de 65 cm. A frequência da nota mais grave (Mi 2) tocada na corda solta é de 82,4 Hz.

Se você pressionar a corda na casa 12 (que produz a nota Mi 3, uma oitava acima), o comprimento vibrante da corda é reduzido exatamente à metade.

- Qual é o novo comprimento vibrante?
- Use a regra da Proporcionalidade Inversa para calcular a nova frequência dessa nota (Mi3).

Problema 2: A Quinta Justa (Razão 3:2)

A Quinta Justa é um intervalo musical consonante que tem uma razão de frequência de $3/2$. Isso significa que a frequência da segunda nota é 1,5 vezes maior que a primeira.

- Qual deve ser a razão $C1/C2$ entre os comprimentos das cordas que produzem essas notas?
- Se a corda do Dó tem 60 cm, qual deve ser o comprimento da corda do Sol para manter a proporção?

Problema 3: Redução no Comprimento (Aplicação Direta)

Um músico pressiona a corda do violão de forma que o comprimento vibrante seja reduzido para $4/5$ do seu tamanho original.

- O que acontecerá com a frequência do som em termos de razão?
- Se a frequência original era 200 Hz, qual será a nova frequência?

Problema 4: Identificando a Proporção

Um professor ajusta um instrumento para que um comprimento de corda C_1 produza a nota Lá com frequência 440 Hz. Em seguida, ele reduz o comprimento para $C_2 = (8/9) C_1$.

- A redução de comprimento e o aumento de frequência são grandezas diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais? Justifique.

- Qual é a nova frequência F_2 da nota produzida?

**APÊNDICE E – Instrumento de Fixação Aplicado na Oficina 2: Formação de Acordes e
Proporcionalidade Direta.**

TABELA DE NOTAS E FREQUÊNCIAS

NOTA (EXEMPLO)	FREQUÊNCIA (HZ)
DÓ 4	264,00
DÓ# / RÉ_b	281,60
RÉ 4	297,00
RÉ# / MI_b	316,80
MI 4	330,00
FÁ 4	352,00
FÁ# / SOL_b	369,60
SOL 4	396,00
SOL# / LÁ_b	422,40
LÁ 4	440,00
LÁ# / SI_b	475,20
SI 4	495,00
DÓ 5	528,00
RÉ 5	594,00
MI 5	660,00

Problema 1: A Constante da Proporção 5 : 4

A relação entre a **Frequência Base** ($F1$) e a **Frequência do Segundo Som** ($F2$) em uma combinação agradável é definida pela proporção direta de 5 : 4.

Fórmula: $\frac{F2}{F1} = \frac{5}{4}$

1.1) Qual é o valor decimal da constante de proporcionalidade da razão 5 : 4?

a) 0,8 b) 1,25 c) 1,5 d) 0,75

1.2) Um grupo decide usar o Fá (352 Hz) como sua Frequência Base ($F1$). Qual é a frequência do Segundo Som ($F2$) para manter a proporção de 5 : 4?

a) 400 Hz b) 420 Hz c) 440 Hz d) 450 Hz

Problema 2: A Proporção de 3 : 2 e a Descoberta da Base

A relação entre a **Frequência Base** ($F1$) e a **Frequência do Terceiro Som** ($F3$) em uma combinação agradável é definida pela proporção direta de 3 : 2.

2.1) Qual é o valor decimal da constante de proporcionalidade da razão 3 : 2?

a) 0,66 b) 1,33 c) 1,5 d) 2,0

2.2) Em um experimento, o Terceiro Som de uma combinação harmoniosa foi identificado como o Dó da oitava superior (528 Hz). Qual foi a Frequência Base ($F1$) que, ao ser multiplicada pela razão 3 : 2, gerou esse som?

a) 264 Hz b) 352 Hz c) 396 Hz d) 440 Hz

2.3) Qual é o nome da nota que corresponde à Frequência Base ($F1$) que você encontrou no item 2.2?

a) Dó 4 b) Mi 4 c) Fá 4 d) Sol 4

APÊNDICE F – Letras das paródias elaboradas pelos alunos

Paródia Proporção e Razão

Razão e comparar dois valores para entender,
Coloco um com o outro só pra ver o q vai acontecer.
A por B eu uso pra visualizar,
E desse jeito simples que começo a calcular.

Proporção acontece quando as razões são iguais,
Comparações diferentes, mas que combinam de mais.
Se eu simplificou tudo e vira a mesma visão,
Eu já sei na hora: aqui é proporção.

Na direta é assim, sobe um sobe também
As duas crescem juntas, anda tudo muito bem.
Se uma dobra, a outra também vai dobra,
E assim que o netinho começou a nos ensinar.

Na inversa é o contrário, sobe um desce o outro,
E só observar que o padrão é outro ponto.
O produto fica igual, não perde sua função,
É o inverso acontecendo dentro da equação.

D S T Q O S S
D L M M J V S

Muito calma, eu fico um tempo e já
começo a compor.

Logo, quando do meu lado chama para
dançar, eu danço.

Se eu quiser qualquer parte, eu entro
quase sem pensar.
É o passo da dança, tudo segue na
mesma direção.

Mas vai uma sobre dinamicamente a outra
diminui.

É a dança da invenção, fácil de perceber
e de sentir.

Tipo o tempo e a velocidade quando eu
tô na contagem.

Um vai alto lá no topo, e o outro
cai na proporção.

Com números pequeninos eu construí
uma melodia.

Dividindo bem certinho eu encontro
a tal razão.

Se a receita pede quatro e dobram
faz a intenção.

É essa sequência uma vez no...

Compor a proporção.

APÊNDICE G – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título do Projeto: A Matemática das Notas Musicais: Música como Ferramenta Didática para o Ensino de Razões e Proporções nos Anos Finais do Ensino Fundamental

Pesquisador Responsável: Antônio Ribeiro Silva Neto

Orientador: Benjamim Cardoso da Silva Neto

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano

1. Convite e Objetivos da Pesquisa

Prezado(a) Responsável,

Você está sendo convidado(a) a autorizar a participação do(a) seu(sua) filho(a), aluno(a) do 9º ano, nesta pesquisa.

O objetivo principal deste projeto é investigar em que medida a integração da música (especificamente a construção e análise de acordes musicais) nas aulas de matemática pode potencializar a aprendizagem dos alunos nos conteúdos de razões e proporções.

2. Procedimentos da Pesquisa

A pesquisa será realizada em uma escola pública do Ensino Fundamental na zona rural do município de Barras, Piauí, durante o horário regular da disciplina de Matemática.

A participação consistirá em:

Intervenção Pedagógica: Seu(sua) filho(a) participará de uma sequência didática especial composta por dez aulas que relacionam os conceitos de razão e proporção com a matemática das notas musicais e a formação de acordes.

Coleta de Dados:

- Pré-teste e Pós-teste: Testes aplicados no início e no fim da sequência didática para medir o conhecimento sobre razões e proporções.
- Questionário Misto: Aplicado no final para avaliar a motivação e a percepção do aluno sobre a metodologia musical.
- Observação Sistemática: O professor-pesquisador fará registros de observação durante as aulas sobre o engajamento e a participação dos alunos.

3. Confidencialidade e Voluntariado

Anonimato: Será garantido o anonimato dos participantes. Os nomes dos alunos não serão utilizados na divulgação dos resultados.

Voluntariedade: A participação do(a) aluno(a) é totalmente voluntária. A não participação ou a desistência a qualquer momento não trará prejuízos ou penalidades na escola.

Desistência: Você tem o direito de retirar sua autorização e o(a) aluno(a) tem o direito de desistir da participação a qualquer momento do estudo, sem necessidade de justificativa.

4. Contato

Caso tenha dúvidas sobre a pesquisa ou sobre os direitos do(a) seu(sua) filho(a) como participante, você pode entrar em contato com o pesquisador responsável.

Pesquisador | Antônio Ribeiro Silva Neto | (86) 994341417

Termo de Consentimento para Assinatura do Responsável

Eu, (_____), portador(a) do RG nº _____, declaro que li e compreendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Fui devidamente informado(a) sobre os objetivos, os procedimentos, os riscos, os benefícios e o caráter voluntário da participação do(a) meu(minha) filho(a) na pesquisa.

Desta forma, concordo e autorizo a participação de:

Nome do Aluno(a): _____

Assinatura do Responsável: _____

Barras - Piauí 01/12/2025

**APÊNDICE H – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA E REGISTRO
DE IMAGENS**

Eu, _____, Diretor(a) da **Escola Municipal Nemésio Marques Lages**, localizada no Povoado Barro Preto, na cidade de Barras Estado do Piauí, autorizo o mestrando **Antônio Ribeiro Silva Neto**, do PROFMAT / IFPI - Campus Floriano, a realizar a aplicação de seu projeto de pesquisa intitulado:

" A MATEMÁTICA DAS NOTAS MUSICAIS: MÚSICA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE RAZÕES E PROPORÇÕES NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL "

Esta autorização compreende:

- A aplicação das atividades pedagógicas propostas pelo pesquisador junto às turmas de 9º ano;
- O registro fotográfico e/ou em vídeo das atividades, incluindo a fachada da escola e os espaços de aprendizagem;
- A citação do nome desta instituição na dissertação e em publicações científicas derivadas.

O pesquisador compromete-se a zelar pelo patrimônio escolar e a garantir o anonimato de alunos que não possuam termo de autorização de imagem individual e participação, conforme os preceitos éticos da pesquisa acadêmica.

Barras, Piauí _____ de _____, 2025

Assinatura do Diretor



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

MATEMÁTICA e MÚSICA

$2:1$
(oitava)

$3:2$
(quinta)

$\frac{3}{2}$

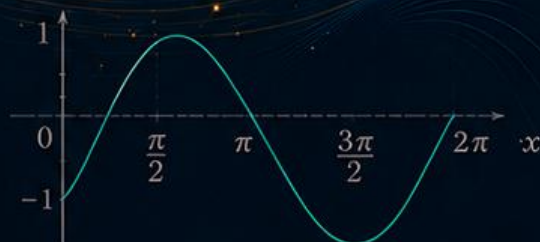
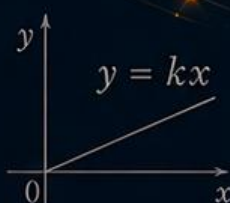
$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

*Sequência Didática Interdisciplinar
para o Ensino de Razões e
Proporções no 9º Ano do
Ensino Fundamental*

PRODUTO EDUCACIONAL



$5:4$
(terça maior)



AUTORES

Prof. Me. Antônio Ribeiro Silva Neto
Prof. Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto
Prof. Dr. Egnilson Miranda de Moura



FLORIANO – PI
2026



PROFMAT

Mestrado Profissional em
Matemática em Rede Nacional



Matemática e Música

Razões e proporções

Sumário

1. Apresentação	5
2. Justificativa	6
3. Objetivos do guia	7
3.1 Objetivo Geral	7
3.2 Objetivos Específicos	7
3.3 Habilidades da BNCC	8
4. Fundamentação pedagógica	8
4.1 A Música como Recurso Mediador	8
4.2 Relações Matemáticas Presentes nos Fenômenos Sonoros	9
4.3 Mediação Docente e Investigação Matemática	9
4.4 Interdisciplinaridade e Formação Cultural	10
5. Organização e implementação das oficinas	10
5.1 Recursos e Instrumentos utilizados	12
5.2 Oficina 1: O violão e a proporcionalidade inversa	13
5.2.1. Objetivos de Aprendizagem	13
5.2.2. Materiais Necessários	13
5.2.3. Procedimento Passo a Passo	13
5.2.4. Tabela de Coleta de Dados (Modelo)	14
5.2.5. Questões Norteadoras para o Aluno	14
5.3 Oficina 2: Formação de acordes e a proporcionalidade direta	15
5.3.1 Objetivos de Aprendizagem	15
5.3.2 Recursos Necessários	15
5.3.3. Primeiro Momento: Percepção de Consonância e Dissonância	16
5.3.4 Segundo Momento: Investigação e Transposição	17
5.3.5 Questões Norteadoras para o Aluno	18
5.4 Oficina 3: O Tubofone de Mesa e a Verificação de Padrões	18
5.4.1. Objetivos de Aprendizagem	18
5.4.2. Recursos e Lista de Materiais	19



Matemática e Música

Razões e proporções

5.4.3. Como Fazer: Roteiro de Construção	19
5.4.4. Tabela de Verificação (Escala Natural - 8 Notas)	20
5.4.5. A Descoberta: A Falha da Constante	20
5.4.6. Questões Norteadoras para o Aluno	21
6. Avaliação e monitoramento da aprendizagem	21
6.1 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 1 (O Violão e a Corda Vibrante).....	21
6.2 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 2 (Formação de acordes e a proporcionalidade direta)	23
6.3 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 3 (O tubofone de Mesa e a verificação de Padrões proporcionais)	24
7. Considerações finais	26
Referências	28



Matemática e Música

Razões e proporções

1. Apresentação

O presente Produto Educacional é resultado de uma pesquisa de mestrado profissional que investigou possibilidades de articulação entre Música e Matemática no ensino de razões e proporções. A proposta foi desenvolvida a partir de observações realizadas no contexto escolar, nas quais foram identificadas dificuldades relacionadas à compreensão de números racionais, razões e proporcionalidade por parte dos estudantes. Nesse cenário, buscou-se elaborar uma sequência didática que favorecesse a abordagem desses conteúdos por meio de atividades que relacionassem conceitos matemáticos e fenômenos sonoros.

Considerando que a música constitui uma manifestação cultural presente no cotidiano de muitos estudantes, este guia apresenta um conjunto de orientações para o desenvolvimento de atividades que articulam elementos musicais e conceitos matemáticos. O material reúne as etapas da sequência didática desenvolvida durante a pesquisa, oferecendo ao professor sugestões de procedimentos, recursos e atividades voltadas ao estudo de razões e proporções.

Por meio da utilização de instrumentos como violão, teclado e tubofones de PVC, as atividades propostas exploram relações entre comprimento, frequência sonora e proporcionalidade. Nessa perspectiva, os instrumentos musicais são utilizados como recursos de investigação e observação, possibilitando que os estudantes analisem fenômenos acústicos e estabeleçam relações com os conceitos matemáticos trabalhados. Assim, o professor atua como mediador do processo de aprendizagem, favorecendo a articulação entre experiências concretas e representações matemáticas associadas ao estudo de razões e proporções.



Matemática e Música

Razões e proporções

2. Justificativa

A inserção da música no contexto escolar encontra respaldo nos documentos orientadores da educação brasileira, que incentivam a utilização de diferentes linguagens nos processos de ensino e aprendizagem. Conforme estabelece a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é importante mobilizar linguagens verbais, sonoras, visuais e matemáticas, favorecendo a construção de significados em diferentes contextos de aprendizagem.

Nesse cenário, a música pode constituir um recurso pedagógico para a abordagem de conteúdos matemáticos, especialmente aqueles relacionados a padrões, razões, proporções e relações numéricas. A exploração de elementos musicais, como frequência sonora, intervalos e harmonias, possibilita a criação de situações em que conceitos matemáticos podem ser observados e discutidos a partir de experiências concretas realizadas pelos estudantes.

Sob a perspectiva da interdisciplinaridade, a articulação entre Música e Matemática amplia as possibilidades de representação dos conteúdos escolares, favorecendo o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. Ao relacionar conceitos matemáticos a fenômenos sonoros observáveis, os estudantes podem analisar situações em que números, medidas e proporções assumem significado em um contexto distinto daquele tradicionalmente apresentado nos materiais didáticos.

Além disso, a educação musical pode contribuir para a ampliação das experiências culturais dos estudantes. Conforme destaca Snyders (1992), o contato com manifestações artísticas no ambiente escolar possibilita o acesso a formas diversificadas de conhecimento, favorecendo a aproximação dos estudantes com diferentes linguagens e modos de expressão.

Dessa forma, a integração entre Música e Matemática busca criar oportunidades para que conceitos relacionados a razões e proporções sejam



Matemática e Música

Razões e proporções

explorados por meio de atividades investigativas e contextualizadas. A proposta apresentada neste produto educacional procura oferecer ao professor um conjunto de atividades que articula experimentação, observação e análise matemática, favorecendo a construção de relações entre os conteúdos escolares e os fenômenos sonoros investigados durante as oficinas.

3. Objetivos do guia

3.1 Objetivo Geral

- Apresentar uma sequência didática que utilize elementos musicais como recurso pedagógico para o ensino de razões e proporções, explorando relações entre frequência sonora, comprimento e proporcionalidade por meio de atividades investigativas desenvolvidas com instrumentos musicais.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar relações de proporcionalidade presentes em intervalos musicais por meio da análise de frequências sonoras e comprimentos associados à produção dos sons.
- Explorar a relação entre comprimento da corda e frequência sonora utilizando o violão como recurso para o estudo da proporcionalidade inversa.
- Investigar relações de proporcionalidade direta na construção de acordes e na transposição de tonalidades utilizando o teclado musical.
- Analisar razões numéricas associadas a intervalos musicais, como a oitava (2:1), a quinta justa (3:2) e a terça maior (5:4), relacionando-as aos conceitos matemáticos estudados.
- Comparar modelos matemáticos de proporcionalidade com dados obtidos na construção e análise de instrumentos musicais, como o tubofone de PVC.



Matemática e Música

Razões e proporções

- Favorecer a articulação entre representações sonoras, experimentação prática e conceitos matemáticos relacionados a razões e proporções.
- Estimular a utilização de estratégias de observação, comparação, registro e análise durante a investigação dos fenômenos sonoros abordados na sequência didática.

3.3 Habilidades da BNCC

- **(EF09MA07)** Resolver problemas que envolvam a razão entre duas grandezas de espécies diferentes, como velocidade e densidade demográfica.
- **(EF09MA08)** Resolver e elaborar problemas que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas, inclusive escalas, divisão em partes proporcionais e taxa de variação, em contextos socioculturais, ambientais e de outras áreas.

4. Fundamentação pedagógica

4.1 A Música como Recurso Mediador

A utilização de instrumentos musicais durante as atividades propostas fundamenta-se na compreensão de que os processos de aprendizagem são favorecidos pela interação dos estudantes com diferentes instrumentos culturais. Segundo Vigotski (1998), a construção do conhecimento ocorre por meio das interações estabelecidas entre os sujeitos e os elementos presentes em seu contexto social e cultural. Nessa perspectiva, os instrumentos musicais utilizados ao longo da sequência didática — violão, teclado e tubofone — constituem recursos que possibilitam aos estudantes observar, comparar e analisar fenômenos relacionados à produção sonora.

A exploração dessas situações favorece o estabelecimento de relações entre experiências concretas e conceitos matemáticos associados ao estudo de



Matemática e Música

Razões e proporções

razões e proporções. Ao manipular os instrumentos, medir comprimentos, observar frequências e comparar resultados, os estudantes têm a oportunidade de investigar relações matemáticas presentes nos fenômenos sonoros, construindo conexões entre representações numéricas, observações experimentais e percepções auditivas desenvolvidas ao longo das atividades.

4.2 Relações Matemáticas Presentes nos Fenômenos Sonoros

A proposta desenvolvida neste produto parte da exploração de relações numéricas presentes na produção dos sons musicais. Intervalos como a oitava (2:1), a quinta justa (3:2) e a quarta justa (4:3) constituem exemplos de relações que podem ser investigadas em atividades envolvendo frequências sonoras e comprimentos vibrantes. Essas relações possibilitam a abordagem de conceitos matemáticos relacionados a razões, proporções e grandezas proporcionais em situações contextualizadas.

Conforme discute Abdounur (2003), a análise dessas relações permite evidenciar a presença de estruturas matemáticas na organização dos sons musicais. Dessa forma, os fenômenos acústicos tornam-se contextos favoráveis para a abordagem de conteúdos matemáticos, permitindo que os estudantes investiguem como determinadas relações numéricas influenciam a percepção sonora e a construção dos intervalos musicais. A observação dessas regularidades contribui para ampliar as possibilidades de compreensão dos conceitos trabalhados ao longo da sequência didática.

4.3 Mediação Docente e Investigação Matemática

Ao longo das atividades propostas, o professor assume o papel de mediador do processo de aprendizagem, organizando situações que favoreçam a observação, a experimentação e a análise dos fenômenos investigados. Nessa perspectiva, os estudantes são convidados a registrar medidas, comparar resultados, formular hipóteses e discutir as relações identificadas entre os elementos musicais e matemáticos envolvidos.



Matemática e Música

Razões e proporções

Durante a execução dos acordes, a observação das frequências ou a construção do tubofone, os participantes podem confrontar previsões matemáticas com resultados observados experimentalmente. Esse processo favorece a reflexão sobre as relações entre modelos matemáticos e fenômenos físicos, ampliando as possibilidades de interpretação dos conceitos trabalhados. Ao comparar cálculos, medidas e resultados obtidos nos instrumentos, os estudantes desenvolvem procedimentos de investigação que contribuem para a compreensão das relações entre teoria e prática.

4.4 Interdisciplinaridade e Formação Cultural

A articulação entre Música e Matemática proposta neste guia aproxima-se da concepção de interdisciplinaridade defendida por Fazenda (2002), segundo a qual diferentes áreas do conhecimento podem dialogar na construção de experiências educativas mais integradas. Nesse contexto, os conteúdos matemáticos deixam de ser explorados de forma isolada e passam a ser investigados em associação com elementos culturais presentes no cotidiano dos estudantes.

Além disso, Snyders (1992) destaca a importância das experiências culturais no ambiente escolar, defendendo que o contato com diferentes formas de manifestação artística amplia as possibilidades de participação dos estudantes nos processos educativos. Assim, a utilização da música nas atividades propostas busca não apenas abordar conteúdos matemáticos, mas também favorecer o contato dos estudantes com diferentes formas de expressão e produção cultural. Dessa maneira, a sequência didática procura integrar aspectos matemáticos, artísticos e culturais em um mesmo contexto de aprendizagem, ampliando as possibilidades de interpretação dos conteúdos trabalhados.

5. Organização e implementação das oficinas

Matemática e Música

Razões e proporções

Esta seção apresenta o roteiro prático para a execução das atividades, articulando a experimentação física com a formalização matemática. As oficinas foram estruturadas para que o estudante utilize o instrumento musical como um dispositivo de verificação das razões e proporções.

Para que a investigação das razões e proporções ocorra de forma sistemática, é fundamental que o estudante compreenda o funcionamento do violão como um suporte mediador de frequências. Antes de iniciarmos as medições, devemos identificar os componentes físicos que limitam a corda vibrante, pois são eles que definem o comprimento (L) a ser matematizado. A imagem a seguir detalha os elementos essenciais do instrumento, destacando os pontos de apoio e as divisões do braço que permitirão a verificação da proporcionalidade inversa entre a extensão da corda e o som produzido.

Figura 1 - Elementos do violão



Fonte: imagem criada pelo autor, 2026

Por outro lado, para que o estudante utilize o teclado como um laboratório de verificação, é necessário compreender sua estrutura física e lógica:

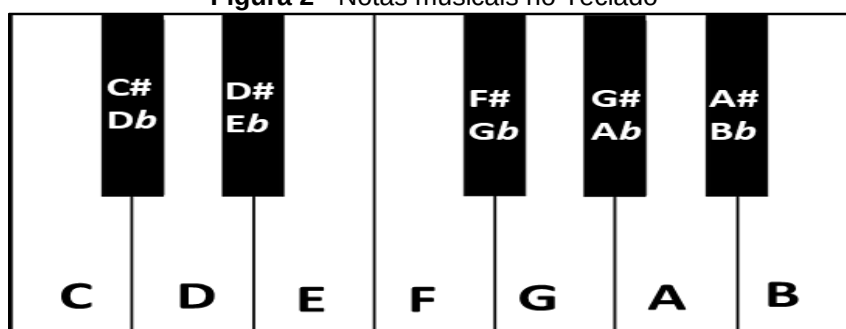
- **Teclas Brancas e Pretas:** O sistema de 12 notas da escala cromática é composto exclusivamente por intervalos de semitons. No teclado, a progressão sequencial para a direita representa um aumento na frequência sonora, tornando o som mais agudo.

Matemática e Música

Razões e proporções

- **Notas e Frequências:** Cada tecla acionada corresponde a uma frequência vibratória específica, medida em Hertz (Hz). A nota **Lá (A4)**, por exemplo, serve como referência universal com a frequência de **440 Hz**.

Figura 2 - Notas musicais no Teclado



Fonte: imagem criada pelo autor, 2026

Conforme explica Abdounur (2003), A organização das notas musicais no teclado segue uma nomenclatura universal que associa cada som a uma letra do alfabeto, facilitando a identificação de frequências em afinadores e softwares musicais. Nesse sistema, conhecido como **Cifrado**, as sete notas da escala natural são representadas sequencialmente: a nota **Lá** é indicada pela letra **A**, o **Si** pela letra **B**, o **Dó** pela letra **C**, o **Ré** pela letra **D**, o **Mi** pela letra **E**, o **Fá** pela letra **F** e o **Sol** pela letra **G**. Quando essas letras são acompanhadas pelo símbolo de sustenido (#) ou bemol (b), indicam as teclas pretas do instrumento, completando as doze notas da escala cromática e permitindo que o estudante relacione cada símbolo alfabético a um valor exato de frequência em Hertz.

5.1 Recursos e Instrumentos utilizados

Para a implementação desta proposta, são utilizados:

- **Violão:** Utilizado para a investigação de grandezas inversamente proporcionais.
- **Teclado:** Empregado como gabarito auditivo para o estudo de grandezas diretamente proporcionais e transposição de acordes (formado pela combinação de duas ou mais notas tocadas juntas).



Matemática e Música

Razões e proporções

- **Tubofone de Mesa (PVC 40 mm):** Instrumento construído para confrontar o modelo matemático com a realidade física.

5.2 Oficina 1: O violão e a proporcionalidade inversa

Esta oficina pode ser desenvolvida em 100 minutos (divididos em 2 aulas de 50 minutos). O objetivo é transformar o violão em um laboratório de investigação empírica, onde os alunos utilizam trenas e aplicativos de frequência para constatar a relação entre o comprimento da corda e o som produzido. Através da medição sistemática da corda solta e de casas específicas (como a 12^a casa), os estudantes vivenciam a proporcionalidade inversa, observando na prática que a redução física do comprimento resulta no aumento da frequência sonora.

5.2.1. Objetivos de Aprendizagem

- Compreender a relação de proporcionalidade inversa entre o comprimento da corda (L) e a frequência sonora (f).
- Utilizar o violão como ferramenta de investigação empírica para validar cálculos matemáticos.
- Identificar a constante de proporcionalidade nas razões pitagóricas (oitava, quinta e quarta).

5.2.2. Materiais Necessários

- Violão acústico (preferencialmente com cordas de nylon).
- Trena ou régua graduada para medição física.
- Afinador digital ou aplicativo de smartphone (para aferição em Hertz).
- Ficha de coleta de dados (Tabela de Medições).

5.2.3. Procedimento Passo a Passo

A. Calibração e Referência (L_0)

1. Com a corda solta (sem pressionar trastes), meça o comprimento total da **pestanda** até a **ponte**. Anote este valor como L_0 (comprimento inicial).
2. Toque a corda e verifique no afinador a frequência correspondente. Anote como f_0 (frequência fundamental).

Matemática e Música

Razões e proporções

B. Experimentação e Coleta de Dados

1. O aluno deve pressionar a corda em diferentes **casas**, reduzindo o comprimento vibrante.
2. Para cada casa escolhida (ex: 5ª, 7ª e 12ª), deve-se:
 - Medir o novo comprimento (L) do traste até a ponte.
 - Registrar a nova frequência (f) emitida pelo instrumento.
 - Realizar o produto $L \times f$ para verificar se os valores se
 - razão aproximam de uma constante.

C. Validação da Razão Pitagórica

1. Pressione a corda exatamente no **12º traste** (metade do comprimento).
2. O estudante notará que a frequência dobrou, produzindo a oitava (2:1).
3. Discuta como a "matematização do sensível" revela que a harmonia é regida por leis aritméticas.

5.2.4. Tabela de Coleta de Dados (Modelo)

Tabela1: Tabela de coleta de dados (oficina 1)

Posição	Comprimento L (cm)	Frequência f (Hz)	Produto (L×f)
Corda Solta	65 cm	82,41 Hz	5356,65
5ª Casa (razão 4:3)	48,7 cm	110 Hz	5357
7ª Casa (razão 3:2)	43,38 cm	123,47 Hz	5356,12
12ª Casa (razão 2:1)	32,5 cm	164,82 Hz	5356,65

fonte: Tabela criada pelo autor, 2026

5.2.5. Questões Norteadoras para o Aluno

- Ao diminuir o comprimento da corda, o som ficou mais grave (menor frequência) ou mais agudo (Maior Frequência) ?
- O que acontece com a frequência quando reduzimos o comprimento pela metade?



Matemática e Música

Razões e proporções

- Ao observar os dados da tabela, o que acontece com a frequência (f) à medida que o comprimento (L) da corda diminui? Essa variação ocorre na mesma proporção?

Ao concluir esta oficina, o estudante terá realizado a transição do pensamento concreto ao abstrato por meio da manipulação direta com o instrumento. Com a compreensão da relação inversa consolidada no violão, o aluno estará preparado para o próximo desafio: utilizar o teclado musical como um dispositivo de validação para a proporcionalidade direta e a construção de acordes.

5.3 Oficina 2: Formação de acordes e a proporcionalidade direta

Esta oficina foi projetada para ser desenvolvida em duas aulas de 50 minutos e utiliza o teclado como um dispositivo de verificação e validação, permitindo que o estudante aplique conceitos de proporcionalidade direta para construir harmonias e realizar transposições de tonalidades.

5.3.1 Objetivos de Aprendizagem

- **Compreender a Razão de Acorde:** Identificar as razões matemáticas de Terça Maior (1,25) e Quinta Justa (1,5) como constantes de proporcionalidade.
- **Descobrir a Constante de Transposição (k):** Calcular o fator de aumento entre diferentes tonalidades.
- **Validar via Teclado:** Utilizar o som do instrumento para confirmar a exatidão dos cálculos aritméticos.

5.3.2 Recursos Necessários

- Teclado musical ou aplicativo de piano virtual.
- Calculadora.
- Tabela de frequências (Hz) das notas musicais.

Para auxiliar os cálculos realizados durante a construção e a transposição dos acordes, apresenta-se a seguir a tabela com as frequências das notas

Matemática e Música

Razões e proporções

musicais no sistema temperado e os valores simplificados adotados neste guia para fins didáticos. Esses valores simplificados preservam as relações proporcionais exploradas nas atividades, facilitando os cálculos realizados pelos estudantes sem comprometer a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos.

Tabela 2: Relação de cada nota e sua respectiva frequência.

Nota	Frequência no sistema temperado (Hz)	Frequência simplificada (Hz)
Dó	261.63 Hz	264,00 Hz
Dó Sustenido / Ré Bemol	277.18 Hz	281,60 Hz
Ré	293.66 Hz	297,00 Hz
Ré Sustenido / Mi Bemol	311.13 Hz	316,80 Hz
Mi	329.63 Hz	330,00 Hz
Fá	349.23 Hz	352,00 Hz
Fá Sustenido / Sol Bemol	369.99 Hz	369,60 Hz
Sol	392.00 Hz	396,00 Hz
Sol Sustenido / Lá Bemol	415.30 Hz	422,40 Hz
Lá	440.00 Hz (referência)	440,00 Hz
Lá Sustenido / Si Bemol	466.16 Hz	475,20 Hz
Si	493.88 Hz	495,00 Hz
Dó	523.25 Hz	528,00 Hz

Fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026)

5.3.3. Primeiro Momento: Percepção de Consonância e Dissonância

A atividade apresentada a seguir constitui uma adaptação pedagógica da oficina desenvolvida durante a pesquisa, elaborada com a finalidade de tornar mais evidente a comparação auditiva entre consonância e dissonância. O professor executa dois acordes (pressiona as notas que os compõem simultaneamente) para os alunos comparem e digam qual é o mais agradável ao ouvido e qual não é.

Tabela 3: Razões matemáticas em acordes consonantes e dissonantes

Tipo de Acorde	Notas e Frequências (Hz)	Razão Matemática	Percepção Sonora
Dó Maior (Consonante)	Dó (264) / Mi (330) / Sol (396)	$\frac{330}{264} = \frac{5}{4} = 1,25$	Equilíbrio e Estabilidade

Matemática e Música

Razões e proporções

		$\frac{396}{264} = \frac{3}{2} = 1,5$	
Dó com 5ª Dim. (Dissonante)	Dó (264) / Mi (330) / Fá# (369,6)	$\frac{369,6}{264} = \frac{7}{5} = 1,4$	Tensão e Conflito

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A maior complexidade observada na sobreposição das ondas também pode ser percebida auditivamente. Enquanto as razões 3:2 e 5:4 produzem padrões periódicos mais simples e sonoridades geralmente percebidas como estáveis, a razão 7:5 exige um número maior de ciclos para completar seu padrão conjunto e tende a produzir uma sensação de maior tensão sonora.

5.3.4 Segundo Momento: Investigação e Transposição

Nesta etapa, o aluno deve encontrar a constante necessária para mover o acorde de **Dó Maior** para **Sol Maior**.

A. Descobrindo a Constante (k)

O aluno realiza a razão entre a nova nota fundamental (Sol) e a fundamental anterior (Dó):

$$k = \frac{396}{264} = 1,5$$

B. Aplicação da Proporcionalidade Direta

Utilizando a constante encontrada (1,5), o aluno calcula as demais notas para garantir que a proporção sonora seja mantida (proporcionalidade direta):

Tabela 4: Transposição de acordes por proporcionalidade direta

Função da Nota	Nota em Dó (Hz)	Operação (f×k)	Nova Frequência	Nota Resultante
Fundamental	264 (Dó)	264 x 1,5	396 Hz	Sol (G)
Terça Maior	330 (Mi)	330 x 1,5	495 Hz	Si (B)
Quinta Justa	396 (Sol)	396 x 1,5	594 Hz	Ré (D)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.



Matemática e Música

Razões e proporções

Observe que todas as notas do acorde original foram multiplicadas pelo mesmo fator constante ($k = 1,5$). Nessa relação, as frequências das notas comportam-se como grandezas diretamente proporcionais, pois o aumento da nota fundamental implica um aumento das demais notas na mesma razão.

5.3.5 Questões Norteadoras para o Aluno

- Por que a mudança de apenas uma nota (de Sol para Fá #) transformou o som de "equilibrado" para "tenso"?
- O que o valor 1,5 representa nesta operação? Se usássemos um valor diferente, a harmonia permaneceria a mesma?
- Ao transpor para Sol, se a nota fundamental aumentou, por que as outras notas também precisaram aumentar na mesma proporção?
- Se o seu cálculo resultasse em uma nota fora das razões entre as frequências ($\frac{5}{4}$ e $\frac{3}{2}$), o que a dissonância ouvida no teclado revelaria sobre sua operação matemática?

5.4 Oficina 3: O Tubofone de Mesa e a Verificação de Padrões

Esta oficina é desenvolvida em duas aulas de 50 minutos, consolidando o quinto momento da intervenção pedagógica. Nela, os estudantes assumem o papel de investigadores para materializar os conceitos em um instrumento percussivo de PVC, utilizando um roteiro técnico baseado em medidas pré-estabelecidas nesse guia. O objetivo central é verificar, através da medição e da aferição de frequências, se as dimensões físicas do tubofone sustentam a lógica de proporcionalidade inversa encontrada anteriormente no violão.

5.4.1. Objetivos de Aprendizagem

- **Objetivo Geral:** Verificar a existência ou inexistência de padrões proporcionais constantes em medidas físicas para produção sonora.
- **Objetivos Específicos:**



Matemática e Música

Razões e proporções

- **Analisar Grandezas:** Comparar o comprimento variável dos tubos com a altura das 8 notas produzidas.
- **Identificar a Quebra de Padrão:** Perceber que, ao contrário do violão, a parte variável do tubofone não apresenta uma constante aritmética simples.
- **Reconhecer Novas Variáveis:** Compreender que a realidade física (material e formato) exige modelos que vão além da proporcionalidade direta simples.

5.4.2. Recursos e Lista de Materiais

- **Tubos de PVC:** 1 barra de **3 metros** de tubo de PVC de **40 mm**.
- **Conexões:** 16 "Joelhos" (Cotovelos) para PVC de 40 mm (2 para cada nota).
- **Ferramentas:** Serra de arco, trena e marcador.
- **Acabamento:** Lixa fina para retirar rebarbas e realizar ajuste tonal.
- **Batedores:** Pedacos de borracha, chinelo velho ou baquetas com ponta macia.

5.4.3. Como Fazer: Roteiro de Construção

O professor deve preparar as peças antecipadamente para focar na análise matemática em sala:

1. **Partes Fixas:** Corte **8 pedaços** de tubo de PVC com **200 mm** cada.
2. **Partes Variáveis:** Corte os tubos conforme a tabela da escala natural abaixo.
3. **Montagem em "L":** Para cada nota, conecte a parte variável a dois joelhos (um em cada ponta). Em uma das extremidades, encaixe a parte fixa de 200 mm, que servirá de base para apoiar o instrumento sobre a mesa.

Matemática e Música

Razões e proporções

Figura 3: Tubofone montado.



fonte: Ribeiro Silva Neto et al. (2026a)

5.4.4. Tabela de Verificação (Escala Natural - 8 Notas)

Tabela 5: Medidas dos tubos do tubofone para a escala natural de oito notas

Nota	Comprimento Variável	Comprimento Total (Variável + Fixo)
Dó (Grave)	342 mm	542 mm
Ré	270 mm	470 mm
Mi	206 mm	406 mm
Fá	177 mm	377 mm
Sol	124 mm	324 mm
Lá	76 mm	276 mm
Si	33 mm	233 mm
Dó (Oitava)	0 mm	200 mm

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Vieira (2019).

5.4.5. A Descoberta: A Falha da Constante

Ao manipularem as 8 peças montadas, os alunos observam que, embora o som esteja afinado e siga uma ordem visual decrescente, os números não diminuem de forma "certinha" (constante) como no violão. Verificou-se que não



Matemática e Música

Razões e proporções

existe uma razão única entre as medidas, sugerindo que a física do tubo de PVC introduz variáveis que a matemática simples das cordas não previa.

5.4.6. Questões Norteadoras para o Aluno

- No violão (Oficina 1), vimos que a matemática era "certinha": metade do tamanho significava o dobro do som. Ao olhar para as medidas dos tubos, você consegue encontrar essa mesma facilidade ou os números parecem mais "bagunçados"?
- Se as notas estão afinadas, mas as medidas não seguem o padrão que vimos no violão, você acha que existem outras coisas (como o material ou a largura do cano) que a matemática também precisaria levar em conta?
- Podemos dizer que o que funciona para as cordas de um violão funciona exatamente do mesmo jeito para o ar dentro de um tubo de PVC?

6. Avaliação e monitoramento da aprendizagem

6.1 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 1 (O Violão e a Corda Vibrante)

Nesta fase, o objetivo é monitorar se o aluno consegue estabelecer a relação de inversa proporcionalidade entre o comprimento da corda e a frequência sonora, utilizando o violão como laboratório experimental.

A. Critérios de Observação e Desempenho

O professor deve circular entre os grupos e observar os seguintes pontos:

- **Precisão na Medição:** O aluno utiliza a trena corretamente para identificar o "comprimento vibrante" (da pestana à ponte)?
- **Identificação da Oitava:** Ao pressionar o 12º traste, o aluno reconhece auditivamente que o som é a mesma nota (Dó -> Dó), porém mais aguda? Esse é o ponto chave para a aceitação da razão 2:1

Matemática e Música

Razões e proporções

- **A Abstração do Inverso:** O aluno compreende que, ao dividir o comprimento por 2, ele está multiplicando a frequência por 2? Monitorar se ele consegue expressar isso verbalmente ou por escrito.

B. Instrumento de Registro: A Tabela de Verificação Local

O professor deve fornecer ou solicitar que o aluno construa uma tabela de monitoramento de dados como esta:

Tabela 6: Tabela de verificação da relação entre comprimento e frequência sonora

Posição	Comprimento L (cm)	Frequência f (Hz)	Produto (L×f)
Corda Solta			
5ª Casa (razão 4:3)			
7ª Casa (razão 3:2)			
12ª Casa (razão 2:1)			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

C. Aprendizagem Esperada

Ao final da Oficina 1, o monitoramento deve comprovar que o aluno atingiu os seguintes objetivos:

- O aluno demonstrou compreender que a redução do comprimento da corda resulta em um aumento na frequência sonora, formalizando a relação de grandeza inversamente proporcional.
- O aluno utilizou o violão com autonomia para validar os cálculos matemáticos de comprimento, transformando a teoria em observação prática.

Matemática e Música

Razões e proporções

- O aluno identificou corretamente as razões pitagóricas (oitava, quinta e quarta) e percebeu que o produto entre comprimento e frequência ($L \times f$) busca manter-se constante.

6.2 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 2 (Formação de acordes e a proporcionalidade direta)

Nesta fase, o objetivo é monitorar se o aluno utiliza o teclado como dispositivo de validação para aplicar conceitos de proporcionalidade direta na construção de harmonias e transposições.

A. Critérios de Observação e Desempenho

O professor deve circular entre os grupos e observar os seguintes pontos:

- **Percepção da Razão de Acorde:** O aluno identifica que o equilíbrio sonoro do acorde de Dó Maior está ligado a razões matemáticas simples (1,25\$ e 1,5)?
- **Cálculo da Constante (k):** O aluno consegue realizar a operação de divisão entre as fundamentais (Sol : Dó) para encontrar o fator de transposição 1,5?
- **Aplicação da Proporcionalidade:** Ao calcular as novas notas, o aluno compreende que todas as frequências devem ser multiplicadas pelo mesmo fator para manter a harmonia?
- **Validação no Teclado:** O aluno utiliza o som do instrumento para confirmar se o resultado do seu cálculo aritmético gerou um acorde afinado (consonante) ou um som desconfortável (dissonante)?

B. Instrumento de Registro: Tabela de Investigação e Transposição

O professor deve monitorar o preenchimento da tabela de cálculos, verificando se o aluno aplicou a constante k corretamente:

Tabela 7 - Tabela de investigação e transposição de frequências musicais

Função da Nota	Nota em Dó (Hz)	Operação ($f \times k$)	Nova Frequência	Nota Resultante
----------------	-----------------	---------------------------	-----------------	-----------------

Matemática e Música

Razões e proporções

Fundamental	264 (Dó)			
Terça Maior	330 (Mi)			
Quinta Justa	396 (Sol)			

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

C. Aprendizagem Esperada

Ao final da Oficina 2, o monitoramento deve comprovar que o aluno atingiu os objetivos propostos:

- O aluno identificou as constantes de proporcionalidade (1,25 e 1,5) e associou a simplicidade dessas razões à estabilidade e ao equilíbrio auditivo do acorde maior.
- O aluno demonstrou capacidade de descobrir o fator de aumento entre diferentes tonalidades, aplicando corretamente a proporcionalidade direta para transpor o acorde de Dó para Sol.
- O aluno utilizou o teclado de forma crítica, validando via sonoridade que, se as notas aumentam na mesma razão, a harmonia se mantém, consolidando a conexão entre cálculo aritmético e percepção musical.

6.3 Detalhamento do Monitoramento: Oficina 3 (O tubofone de Mesa e a verificação de Padrões proporcionais)

Nesta fase final, o objetivo é monitorar se o aluno atua como um investigador crítico, capaz de verificar se a lógica proporcional do violão se sustenta em um sistema físico diferente (o PVC).

A. Critérios de Observação e Desempenho

O professor deve circular entre os grupos e observar os seguintes pontos:

- **Análise de Grandezas Físicas:** O aluno consegue realizar a medição dos tubos e comparar o decréscimo visual dos comprimentos com a elevação das notas musicais produzidas?

Matemática e Música

Razões e proporções

- **Investigação da Constante:** Ao analisar a tabela de 8 notas, o aluno demonstra esforço em verificar se a "regra" do violão (metade do tamanho) se aplica ao tubofone?
- **Percepção da Realidade Física:** O aluno demonstra abertura para compreender que, apesar de o som estar afinado, a lógica de construção do PVC não segue o padrão proporcional simples das cordas?

B. Instrumento de Registro: Confronto de Modelos Proporcionais

O professor deve monitorar se os alunos conseguem comparar os dois instrumentos, utilizando a lógica da Oficina 1 para testar a Oficina 3:

Quadro 1 - Registro da verificação de padrões proporcionais no tubofone

Pergunta de Verificação	Observação do Aluno	O padrão do violão se repetiu?
Teste da Oitava: No violão, a oitava era a metade (2:1). No tubo, o comprimento do Dó (8ª) é a metade do Dó (Grave)?	Comparar 342 mm com 0 mm.	() Sim () Não
Teste do Decréscimo: No violão, as notas seguem uma razão constante. No tubo, os tamanhos diminuem na mesma proporção?	Observar as medidas da tabela.	() Sim () Não

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

C. Evidência de Aprendizagem Esperada (Alinhamento aos Objetivos)

Ao final da Oficina 3, o monitoramento deve comprovar que o aluno atingiu os objetivos propostos:

- O aluno demonstrou capacidade de confrontar dois sistemas físicos, verificando que a proporcionalidade encontrada no violão não é uma regra universal para todos os instrumentos.



Matemática e Música

Razões e proporções

- O aluno percebeu visualmente e numericamente que a parte variável do tubofone não obedece à mesma razão de 2:1 ou a qualquer constante simples, identificando a descontinuidade do padrão anterior.
- O aluno compreendeu que, embora o instrumento esteja afinado, o modelo matemático necessário para o PVC é diferente do modelo das cordas, aceitando que a realidade física exige novas considerações matemáticas.

7. Considerações finais

A proposta apresentada neste Produto Educacional teve como finalidade oferecer aos professores de Matemática uma sequência didática voltada ao ensino de razões e proporções por meio da articulação entre conceitos matemáticos e elementos da linguagem musical. As atividades foram organizadas de modo a favorecer a investigação, a observação e a análise de fenômenos sonoros, utilizando instrumentos musicais como recursos para a exploração de relações proporcionais.

Ao longo das oficinas, os estudantes são convidados a mobilizar conhecimentos relacionados à proporcionalidade direta e inversa, interpretar dados experimentais, comparar resultados e formular explicações para os fenômenos observados. Nesse percurso, a utilização do violão, do teclado e do tubofone amplia as possibilidades de abordagem dos conteúdos, permitindo que diferentes representações matemáticas sejam exploradas em contextos concretos.

As atividades propostas podem ser adaptadas conforme a realidade de cada escola, considerando os recursos disponíveis, o tempo pedagógico e as características da turma. A utilização de aplicativos de afinação, instrumentos alternativos ou recursos digitais pode ampliar as possibilidades de



Matemática e Música

Razões e proporções

implementação da sequência didática sem comprometer os objetivos de aprendizagem previstos.

Espera-se que este material possa contribuir para a diversificação das práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de razões e proporções, oferecendo aos professores uma possibilidade de trabalho interdisciplinar que articule conhecimentos matemáticos, fenômenos físicos e manifestações culturais presentes no cotidiano dos estudantes.

A experiência desenvolvida demonstra que conteúdos tradicionalmente abordados de forma abstrata podem ser explorados por meio de atividades investigativas que articulem diferentes áreas do conhecimento. Nesse sentido, a utilização da música constitui uma possibilidade pedagógica para ampliar as formas de abordagem das razões e proporções, favorecendo a participação dos estudantes, a contextualização dos conceitos matemáticos e a construção de relações entre diferentes formas de representação do conhecimento.

Por fim, destaca-se que a proposta não pretende constituir um modelo único de ensino, mas uma alternativa metodológica que pode ser adaptada, ampliada e complementada por outras estratégias pedagógicas, de acordo com os objetivos educacionais e as necessidades de cada contexto escolar. Espera-se que este Produto Educacional possa servir como referência para professores interessados em desenvolver práticas interdisciplinares que aproximem a Matemática de experiências significativas para os estudantes, contribuindo para a construção de processos de ensino e aprendizagem mais contextualizados e participativos.



Matemática e Música

Razões e proporções

Referências

ABDOUNUR, Oscar João. **Matemática e música**: o pensamento analógico na construção de significados. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

SNYDERS, Georges. **A escola pode ensinar as alegrias da música?** São Paulo: Cortez, 1992.

VIEIRA, Marcus. **Como fazer um Tubofone de Mesa**. YouTube, 4 out. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dL9Dd-CWEOS>. Acesso em: 14 abr. 2026.

VIGOTSKI, Lev Semenovitch. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.